انتشارات چرتکه

فارست ام. میمز

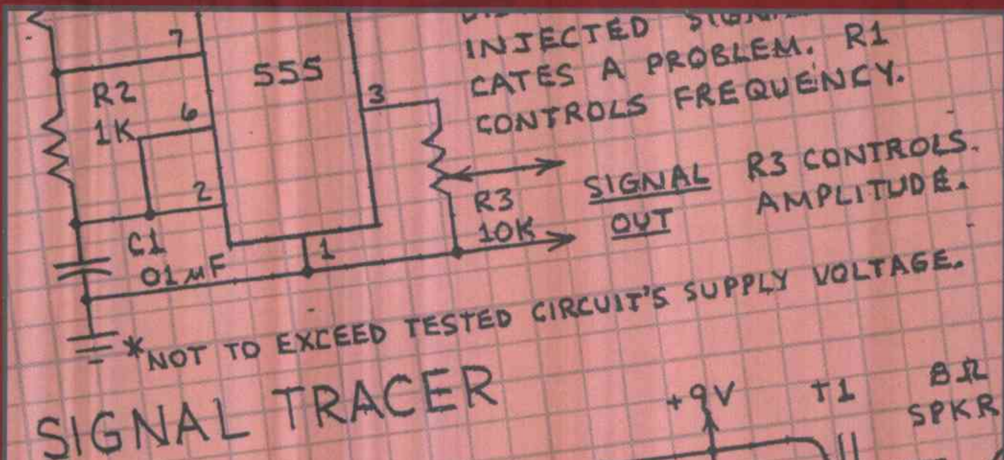
مدارها، نمادها

و

فرمول های الکترونیکی

مترجم:
امیررضا بانی‌شرکا

از مجموعه‌ی کتابچه‌های مهندسان



از مجموعه‌ی کتابچه‌های مهندسان

مدارها، نمادها
و
فرمول‌های الکترونیکی

مترجم:

امیررضا بانی شرکاء

سرشناسه	:	میمز، فارست Mims, Forrest M.
عنوان و نام پدیدآور	:	مدارها، نمادها و فرمول‌های الکترونیکی/[فارست میمز]؛ مترجم امیررضا بانی‌شرکاء.
مشخصات نشر	:	تهران: چرتکه، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	:	۱۹۲ ص.: مصور.
فروست	:	... مجموعه‌ی کتابچه‌های مهندسان
شابک	:	۴۰۰۰۰ ریال: 1-43-6463-964-978
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	کتاب حاضر ترجمه بخشی ازکتاب Engineer's notebook, c1986 است.
موضوع	:	مدارهای مجتمع -- دستنامه‌ها
شناسه افزوده	:	بانی‌شرکاء، امیررضا، ۱۳۶۳ - ، مترجم
رده‌بندی کنگره	:	۱۳۸۹ ٤م۹۴م/۷۸۷۴ TK
رده‌بندی دیویی	:	۶۲۱/۳۸۱۷۳
شماره کتابشناسی ملی	:	۲۱۳۷۸۹۴

انتشارات چرتکه

نام کتاب	:	مدارها، نمادها و فرمول‌های الکترونیکی
ناشر	:	انتشارات چرتکه
مترجم	:	امیررضا بانی‌شرکاء
صفحه‌آرایی	:	هفت‌رنگ گرافیک (محسن پورحسین)
لیتوگرافی	:	سینا
نوبت چاپ	:	اول - پاییز ۱۳۸۹
چاپ	:	حدیث
صحافی	:	کیمیا
ناظر فنی چاپ	:	حسین جعفری‌پور شورغینی
تیراژ	:	۲۱۰۰ جلد
بها	:	۴۰۰۰ تومان

مراکز پخش:

۱- تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، کتابفروشی هنر. تلفن: ۶۶۴۹۲۲۴۲

۲- تهران، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، ساختمان جیبی، پلاک ۱۳۳۲، کتابفروشی عصر دانش. تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱

مقدمه‌ی مترجم

در ترجمه‌ی مجموعه‌ی حاضر به فارسی، علی‌رغم وجود معادل‌های بسیار برای واژگان و اصطلاحات فنی در حوزه‌ی الکترونیک، سعی نمودم تا از متداول‌ترین و البته صحیح‌ترین و نزدیک‌ترین آن‌ها بهره بجویم تا برای خوانندگان اثر، نقطه‌ی ابهامی پیش نیاید.

همچنین در نگارش متن فارسی، همواره در پی آن بودم تا اصل وفاداری در ترجمه را مدنظر داشته و تا جایی که ممکن است چه از لحاظ سبک نگارش و چه از لحاظ معنای کلام، ترجمه به متن اصلی نزدیک باشد. علاوه بر این، در مورد بیشتر واژگان و اصطلاحات، برای آشنایی خوانندگان، خود واژه‌ی انگلیسی در پانوشت نیز قید شده است.

لازم به ذکر است که نویسنده‌ی این اثر (فارست میمز) تاکنون بیش از شصت جلد کتاب تألیف نموده است که بیشتر آن‌ها پیرامون پروژه‌ها و مدارهای الکترونیکی بوده و هم برای خوانندگان مبتدی و هم برای افراد باتجربه و همچنین برای مهندسان الکترونیک، جذاب و مفید می‌باشد.

در این‌جا شایسته است از تمامی کسانی که همواره از من حمایت کردند و مشوقم بودند، صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل آورم.

و کلام آخر این‌که امیدارم اثر حاضر برای تمامی خوانندگان، سودمند واقع شود و آن‌ها نیز، ما را از انتقادات و نظریات اصولی خود بی‌نصیب نگذارند.

امیررضا بانی‌شرکاء
پاییز ۱۳۸۹

این کتاب ترجمه‌ای است از:

FORREST M. MIMMS III

ENGINEER'S MINI-NOTEBOOK SERIES

VOLUME IV:
ELECTRONIC FORMULAS, SYMBOLS & CIRCUITS

Published for Forrest M. Mims III by:
Master Publishing, Inc.
6125 W. Howard Street
Niles, IL 60714
847-763-0916 (voice)
847-763-0918 (fax)
masterpubl@aol.com (e-mail)

Visit Master Publishing on the Internet at:
www.masterpublishing.com

order on line at:
www.forrestmims.com

مسئولیت صحت برگردان فارسی، به عهده‌ی مترجم است.

درباره مجموعه‌ی کتابچه‌های مهندسان

طرح‌های این مجموعه، هم شامل مدارهای استاندارد و هم شامل مدارهای طراحی شده توسط فارست ام میمز III است. هر مدار ساخته شده حداقل دوبار آزمایش شده است. ساخت این مدارها از روی کتاب نهائی انجام شده است تا اشتباهات احتمالی برطرف شود.

تغییرات در اجزا و روش‌های ساخت، ممکن است سبب اختلاف و تفاوت در نتایج حاصله از مواردی که در این کتاب تشریح شده‌اند بشود، از این روی مؤلف و فروشگاه قطعات الکترونیکی Radioshack، بخاطر خرابی مدار در هر نوع کاربردی مسئول نیستند. برای مثال، مدارهای موجود در کتاب نباید برای کاربردهای پزشکی، تجهیزات امنیتی، کنترلگرهای ترافیکی یا هر نوع استفاده دیگر که ممکن است به نوعی موجب وارد شدن خسارت مالی و یا جانی به شما و دیگران شود، مورد استفاده قرار گیرند.

فهرست

۱. فرمول‌ها، جدول‌ها و مدارهای ساده

فرمول‌های الکترونیکی

جریان مستقیم

جریان مستقیم (DC)، به طور پیوسته یا ضربانی در یک جهت جاری است.
جریان (I) ـ مقادیر الکترونهایی که از یک نقطه‌ی مشخص عبور می‌کنند. (واحد: آمپر)
ولتاژ (V) ـ فشار یا نیروی الکتریکی. (واحد: ولت)
مقاومت (R) ـ مقاومت در برابر عبور جریان. (واحد: اهم)
اختلاف پتانسیل ـ اختلاف ولتاژ در دو سرِ یک رسانا.

قانون اهم

اختلاف پتانسیلی به مقدار ۱ ولت، جریانی به مقدار ۱ آمپر در مقاومتی به مقدار ۱ اُهم جاری می‌سازد. در اینجا فرمول‌های گوناگونی برای قانون اهم آورده شده است:

$$V = I \times R$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$P = I \times V \text{ (یا) } I^2 \times R$$

یادآور قانون اهم

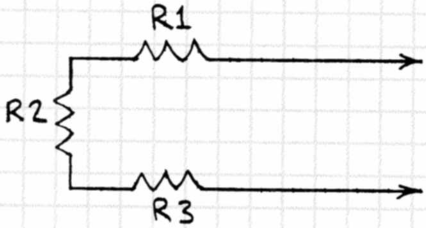


این شکل رابطه‌ی V، I و R را نشان می‌دهد.

شبکه‌های مقاومت

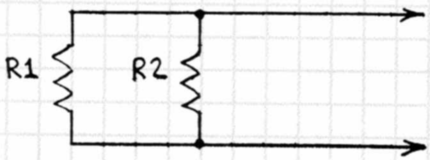
R_T = مقاومت کل

سری



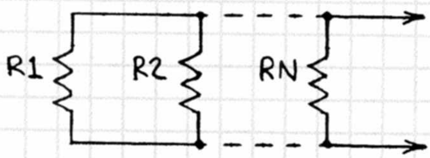
$$R_T = R1 + R2 + R3$$

موازی (۲)



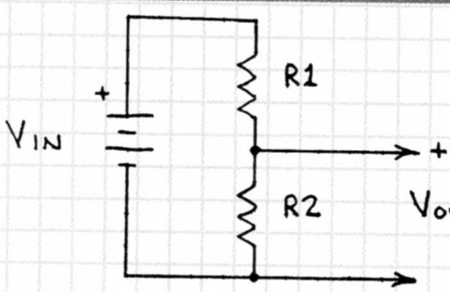
$$R_T = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

موازی (۲ یا بیشتر)



$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{RN}}$$

تقسیم کننده ولتاژ

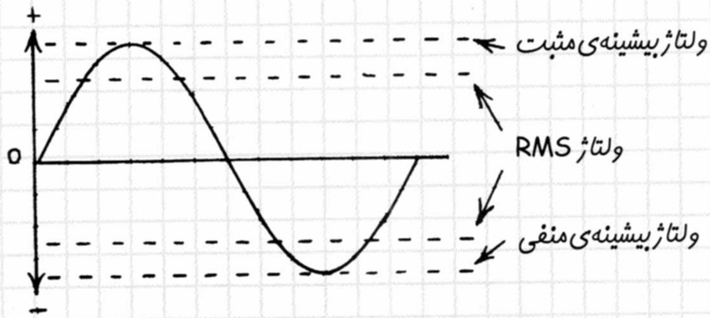


$$V_{OUT} = V_{IN} \times \left(\frac{R2}{R1 + R2}\right)$$

R1 و R2 می توانند یک پتانسیومتر باشند.

جریان متناوب

جریان متناوب (AC) در هر دو جهت درون رسانا جاری است.



تعاریف R ، V ، I و P را در صفحه‌ی ۱۳ مشاهده کنید.

ولتاژ بیشینه[1] - حداکثر انحراف مثبت و منفی جریان متناوب.
ولتاژ RMS - (ریشه- میانگین- مجذور ولتاژ) آن ولتاژ AC که با یک ولتاژ DC برابر است، و برای موج سینوسی که ۰/۷۰۷ برابر ولتاژ بیشینه است، همان کار را می‌کند.
مقاومت ظاهری[2] (Z) - ایستادگی یا مقاومتی که یک مدار در برابر جریان متناوب نشان می‌دهد. (واحد: اهم)

ولتاژ میانگین AC = ۰/۶۳۷ × بیشینه
= ۰/۹ × RMS

ولتاژ RMS AC = ۰/۷۰۷ × بیشینه
= ۱/۱۱ × میانگین

ولتاژ بیشینه‌ی AC = ۱/۴۱۴ × RMS
= ۱/۵۷ × میانگین

1 Peak Voltage
2 Impedance

قانون اهم

θ زاویه فاز است، یعنی اختلاف درجه میان جریان و ولتاژ. جریان در یک مدار خازنی[1] از ولتاژ پیشی می‌گیرد، و از ولتاژ در یک مدار رآکتیو[2] عقب می‌ماند. در یک مدار مقاومتی[3]، θ صفر درجه است. کسینوس صفر درجه، ۱ است. بنابراین در یک مدار مقاومتی $P = E \times I$.

$$V = I \times Z$$

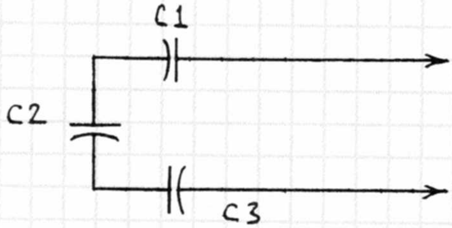
$$I = \frac{E}{Z}$$

$$Z = \frac{E}{I}$$

$$P = E \times I \times \cos\theta$$

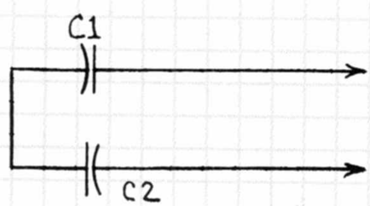
شبکه‌های خازن

سری



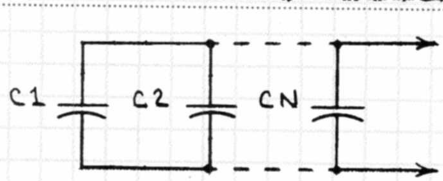
$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3}}$$

سری



$$C_T = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

موازی (۲ یا بیشتر)



$$C_T = C1 + C2 + CN$$

1 *Capacitive Circuit*
2 *Reactive Circuit*
3 *Resistive Circuit*

۲. ریاضیات

نشانه‌ها

اضافه، مثبت یا جمع		$+$
منها، منفی یا تفریق		$-$
ضرب	$*$ یا	$\times$
تقسیم	$/$ یا	$\div$
مساوی		$=$
عدمِ تساوی		$\neq$
تقریبامساوی		$\approx$
بزرگتر		$>$
بزرگتر یا مساوی		$\geq$
کوچکتر		$<$
کوچکتر یا مساوی		$\leq$
به‌علاوه یا منها؛ تغییر علامت		$\pm$
معکوس ($\frac{1}{2} = 0/5$)		$1/n$
جذر n		$\sqrt{n}$
ریشه‌ی سومِ n		$\sqrt[3]{n}$

توانهای ۱۰

10^{-9}	= 0.000000001	یک میلیاردم (نانو)
10^{-8}	= 0.00000001	
10^{-7}	= 0.0000001	
10^{-6}	= 0.000001	یک میلیونیم (میکرو)
10^{-5}	= 0.00001	
10^{-4}	= 0.0001	
10^{-3}	= 0.001	یک هزارم (میلی)
10^{-2}	= 0.01	
10^{-1}	= 0.1	
10^{0}	= 1	یک یکا
10^{1}	= 10	
10^{2}	= 100	
10^{3}	= 1,000	هزار (کیلو)
10^{4}	= 10,000	
10^{5}	= 100,000	
10^{6}	= 1,000,000	میلیون (مگا)
10^{7}	= 10,000,000	
10^{8}	= 100,000,000	
10^{9}	= 1,000,000,000	میلیارد (گیگا)

جابه‌جایی جبری

اگر $\frac{A}{B} = \frac{C}{D}$ ، در این صورت:

$$AD = BC$$

$$A = \frac{BC}{D}$$

$$B = \frac{AD}{C}$$

$$C = \frac{AD}{B}$$

$$D = \frac{BC}{A}$$

اگر $A + B = C$ ، در این صورت:

$$A = C - B$$

$$B = C - A$$

$$A + B - C = 0$$

اگر $A = \frac{B}{C}$ ، در این صورت:

$$B = AC$$

$$C = \frac{B}{A}$$

قانون توانها

$$(a^x)(a^y) = a^{x+y} \qquad \left(\frac{a}{b}\right)^x = \frac{a^x}{b^x}$$

$$(a^x)^y = a^{xy} \qquad \frac{a^x}{a^y} = a^{x-y}$$

$$a^{\frac{x}{y}} = \sqrt[y]{a^x} \qquad a^{-x} = \frac{1}{a^x}$$

لگاریتمهای طبیعی

لگاریتم طبیعی (Log_{10} یا Log) یک عدد، توانِ ۱۰ می‌باشد که برابر با آن عدد است. چون $10^2 = 100$ پس ۲ لگاریتم ۱۰۰ می‌باشد. آنتی لگاریتم[1] (Antilog) عددی است که با یک لگاریتم برابر است. بنابراین آنتی لگاریتم ۲، صد است. لگاریتم اعداد بزرگتر از ۱، مثبت است و لگاریتم اعداد کمتر از ۱ منفی است. بنابراین لگاریتم 10^{-2} یا ۰/۰۱ برابر با ۲- است.

$$A \times B = \text{Antilog}(\log A + \log B);\ A / B = \text{Antilog}(\log A - \log B)$$

ماشین حسابهای مهندسی دارای کلیدهای لگاریتم و آنتی‌لگاریتم هستند.

1 Antilogarithm

دِسی‌بل[۱]

دسی‌بل (dB) یک واحد اندازه‌گیری است که این امکان را می‌دهد تا دو سیگنال مختلف بر مبنای مقیاس لگاریتمی مقایسه شوند. حساسیت گیرنده‌ها و بهره تقویت‌کننده‌ها[۲] اغلب برحسب دسی‌بل داده می‌شود. اختلافِ dB میان توان سیگنال در ورودی تقویت‌کننده (P1) و توان خروجی تقویت‌کننده (P2) به صورت زیر است:

$$dB = 10 \ LOG \ (P2/P1)$$

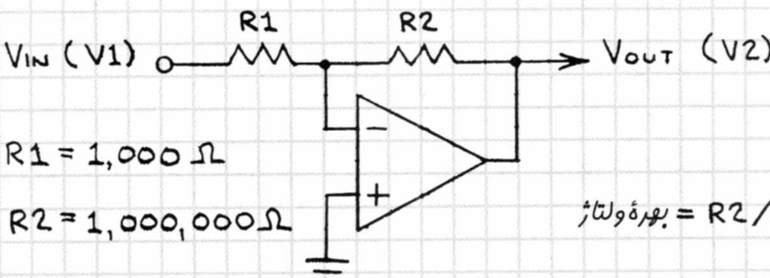
اختلافِ dB میان ولتاژ (V) و جریان (I) در ورودی (V1 و I1) و خروجیِ (V2 و I2) یک تقویت‌کننده به صورت زیر است:

$$dB = 20 \ LOG \ (V2/V1)$$

$$dB = 20 \ LOG \ (I2/I1)$$

توجه کنید که دسی‌بل <u>نسبت</u>[۳] میان دو سطح سیگنال را تعریف می‌کند، نه مقدار مطلق آنها را.

مثال: بهره ولتاژ این تقویت‌کننده عملیاتی را به dB محاسبه کنید.



R1 = 1,000 Ω

R2 = 1,000,000 Ω

بهرهٔ ولتاژ = R2/R1

$$dB = 20 \ LOG \ (V2/V1)$$

$$dB = 20 \ LOG \ (1,000 / 1) = 20 \ LOG \ 1,000$$

LOG 1,000 = 3 (از روی جدول یا ماشین حساب)

بهره = 20 × 3 = 60 dB

---

1 *The Decibel*
2 *Amplifiers*
3 *Ratio*

جدول دسی‌بل (dB)

−			+	
نسبت ولتاژ یا جریان	نسبت توان	dB	نسبت ولتاژ یا جریان	نسبت توان
1.0000	1.0000	0	1.0000	1.0000
.8913	.7943	1	1 1220	1.2589
.7943	.6310	2	1.2589	1.5849
.7079	.5012	3	1.4125	1.9953
.6310	.3981	4	1 5849	2 5119
.5623	.3162	5	1 7783	3 1623
.5012	.2512	6	1.9953	3 9811
.4467	.1995	7	2.2387	5 0119
.3981	.1585	8	2.5119	6 3096
.3548	.1259	9	2 8184	7.9433
.3162	.1000	10	3 1623	10.000
.1000	.0100	20	10.000	100.00
.0316	.0010	30	31.623	1,000.0
.0100	.0001	40	100.00	10,000
.0032	.00001	50	316.23	100,000
.0010	10^{-6}	60	1,000.0	10^{6}
.0003	10^{-7}	70	3,162.3	10^{7}
.0001	10^{-8}	80	10,000	10^{8}
.00003	10^{-9}	90	31,623	10^{9}
.00001	10^{-10}	100	100,000	10^{10}

معادلهای dBm ـ توان

حساسیت گیرنده اغلب برحسب dB نسبت به یک میلی‌وات داده می‌شود.

dBm	توان (mW)	واحدها
10	10.000000	10 MILLIWATTS
0	1.000000	1 MILLIWATT
-10	.100000	100 MICROWATTS
-20	.010000	10 MICROWATTS
-30	.001000	1 MICROWATT
-40	.000100	100 NANOWATTS
-50	.000010	10 NANOWATTS
-60	.000001	1 NANOWATT

سیستم‌های عددی

یک سیستم عددی را می‌توان بر مبنای هر تعداد رقم قرار داد. سیستم دهدهی متداول ۱۰ رقم دارد. سیستم دودویی، ۲ رقم دارد. سیستم شانزده شانزدهی یا هگزادسیمال، ۱۶ رقم دارد. اعداد به صورت توان‌های متوالیِ مبنای سیستم عددی نوشته می‌شوند. بنابراین:

$$4327_{10}$$

$$\begin{aligned}
7 \times 10^0 &= 7 \times 1 &= 7\\
2 \times 10^1 &\quad 2 \times 10 &= 20\\
3 \times 10^2 &\quad 3 \times 100 &= 300\\
4 \times 10^3 &= 4 \times 1000 &= 4000\\
& & 4327
\end{aligned}$$

اعداد دودویی[1]

اعداد دهدهی در مدارهای الکترونیکی معمولاً توسط اعداد دودویی نمایش داده می‌شوند. همچنین اعداد دودویی به منزله‌ی کدهایی عمل می‌کنند که حروف الفبا، ولتاژ، دستورالعملهای کامپیوتر و غیره را نشان می‌دهند. یک صفر یا ۱ دودویی، یک بیت[2] است. یک الگوی ۴ بیتی یک نیبل[3] (نصف یک بایت) است. یک الگوی ۴ بیتی، یک بایت[4] یا واژه[5] می‌باشد.

دهدهی به دودویی

$$\begin{aligned}
19 \div 2 &= 9 + 1\\
9 \div 2 &= 4 + 1\\
4 \div 2 &= 2 + 0\\
2 \div 2 &= 1 + 0\\
&\quad 1^{*}\\
19 &= 10011
\end{aligned}$$

دودویی به دهدهی

$$10011$$

$$\begin{aligned}
1 \times 2^0 &= 1\\
1 \times 2^1 &= 2\\
0 \times 2^2 &= 0\\
0 \times 2^3 &= 0\\
1 \times 2^4 &= 16\\
& \quad 19
\end{aligned}$$

* آخرین خارج قسمت، آخرین باقی مانده است.

دهدهی به رمز دودویی (BCD). سیستمی که در آن هر رقم دهدهی، معادل دودویی‌اش به آن تخصیص داده می‌شود (۱۰۰۱ ۰۰۰۱ = ۱۹).

---

1 Binary Numbers
2 Bit
3 Nibble
4 Byte
5 Word

معادلهای سیستم عددی

DEC (دهدهی) BIN (دودویی)

BCD (دهدهی به رمز دودویی) HEX (شانزده شانزدهی)

DEC	BIN	BCD	HEX
0	0	0000 0000	0
1	1	0000 0001	1
2	10	0000 0010	2
3	11	0000 0011	3
4	100	0000 0100	4
5	101	0000 0101	5
6	110	0000 0110	6
7	111	0000 0111	7
8	1000	0000 1000	8
9	1001	0000 1001	9
10	1010	0001 0000	A
11	1011	0001 0001	B
12	1100	0001 0010	C
13	1101	0001 0011	D
14	1110	0001 0100	E
15	1111	0001 0101	F
16	10000	0001 0110	10
17	10001	0001 0111	11
18	10010	0001 1000	12
19	10011	0001 1001	13
20	10100	0010 0000	14
21	10101	0010 0001	15
22	10110	0010 0010	16
23	10111	0010 0011	17
24	11000	0010 0100	18
25	11001	0010 0101	19
26	11010	0010 0110	1A
27	11011	0010 0111	1B
28	11100	0010 1000	1C
29	11101	0010 1001	1D
30	11110	0011 0000	1E
31	11111	0011 0001	1F
32	100000	0011 0010	20
64	1000000	0110 0100	40
96	1100000	1001 0110	60
99	1100011	1001 1001	63

۳. مقادیر ثابت و استانداردها

واحدهای اندازه‌گیری و اوزان .U.S (امریکایی)

طولی

۱۰،۰۰۰ میل = ۱ اینچ (IN)
۱۲ اینچ = ۱ فوت (FT)
۳ فوت = ۱ یارد (YD)
۵،۲۸۰ فوت = ۱ مایل (MI)

مساحت

۱ فوت مربع = ۱۴۴ اینچ مربع
۱ یارد مربع = ۹ فوت مربع
۱ آکر = ۴۳،۵۶۰ فوت مربع
۱ مایل مربع = ۶۴۰ آکر (جریب فرنگی)

حجم

۱ فوت مکعب = ۱،۷۲۸ اینچ مکعب
۱ یارد مکعب = ۲۷ فوت مکعب

جرم

۱۶ اونس (OZ) = ۱ پوند (lb)

واحدهای اندازه‌گیری و اوزان متریک

طول

۱،۰۰۰ میکرومتر (μm) = ۱ میلی‌متر (mm)
۱۰ میلی‌متر = ۱ سانتی‌متر (cm)
۱۰۰ سانتی‌متر = ۱ متر (m)
۱۰۰۰ متر = ۱ کیلومتر (Km)

مساحت

۱۰۰ میلی‌متر مربع = ۱ سانتی‌متر مربع (Cm^2)
۱۰،۰۰۰ سانتی‌متر مربع = ۱ متر مربع (m^2)

حجم

۱ سانتی‌متر مکعب = ۱ میلی‌لیتر (ml)
۱،۰۰۰ میلی‌لیتر = ۱ لیتر (l)

جرم

۱،۰۰۰ میلی‌گرم (mg) = ۱ گرم (g)

تبدیل U.S. به متریک

برای تبدیل	به	در این عدد ضرب کنید
MICROMETERS	MILS	3.937×10^{-2}
MILS	MICROMETERS	25.4
MILLIMETERS	MILS	39.37
MILS	MILLIMETERS	2.54×10^{-2}
MILLIMETERS	INCHES	3.937×10^{-2}
INCHES	MILLIMETERS	25.4
CENTIMETERS	INCHES	0.3937
INCHES	CENTIMETERS	2.54
INCHES	METERS	2.54×10^{-2}
METERS	INCHES	39.37
FEET	METERS	30.48×10^{-2}
METERS	FEET	3.281
METERS	YARDS	1.094
YARDS	METERS	0.9144
KILOMETERS	FEET	3281
FEET	KILOMETERS	3.408×10^{-4}
KILOMETERS	MILES	0.6214
MILES	KILOMETERS	1.609
GRAMS	OUNCES	3.527×10^{-2}
OUNCES	GRAMS	28.3495
KILOGRAMS	POUNDS	2.205
POUNDS	KILOGRAMS	0.4536

مثالهای آشنا

ابعاد

سکه ده سنتی ≈ 1 mm × 1.8 cm

سکه پنج سنتی ≈ 2 mm × 2.1 cm

سکه ۲۵ سنتی ≈ 2 mm × 2.4 cm

فیلم پلاستیکی یک میل = 25.4 μm

جرم

ترانزیستور TD-92 پلاستیکی ≈ 0.25 g

IC دیپ کوچک، ۸ پینی ≈ 0.5 g

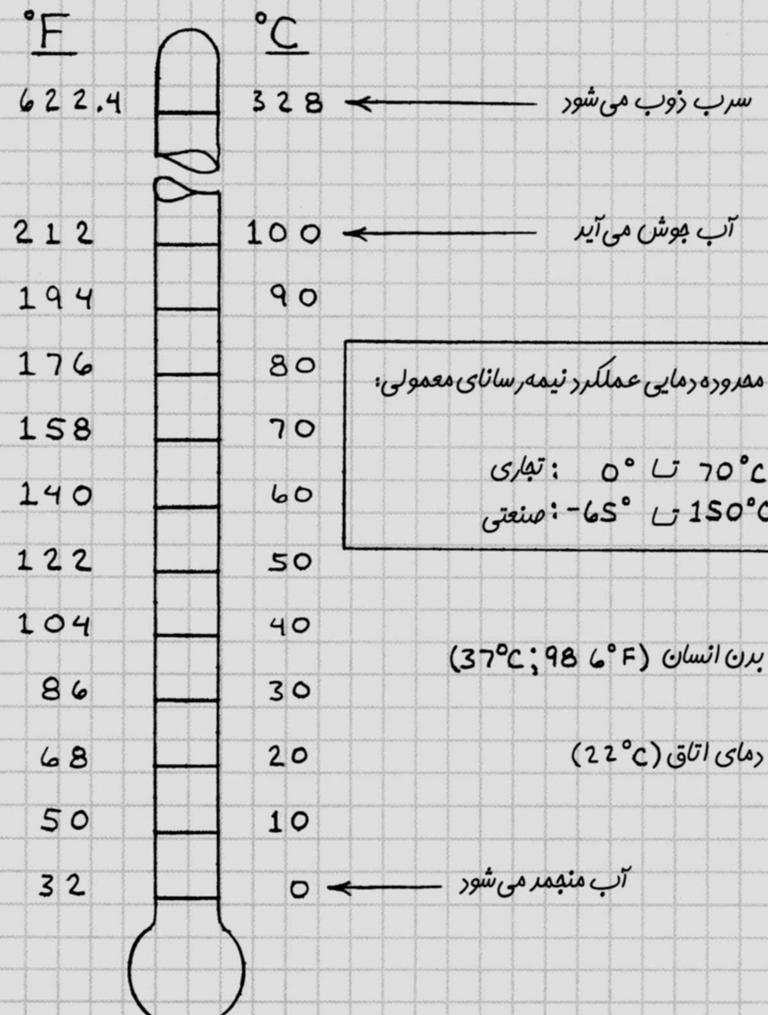
IC دیپ، ۱۶ پینی ≈ 1 05 g

سکه پنج سنتی ≈ 5 g

دما

$°F = \left(\frac{9}{5} \times \text{درجه‌ی سلسیوس}°\right) + 32$ = درجه‌ی فارنهایت °

$°C = \left(\text{درجه‌ی فارنهایت}° - 32\right) \times \frac{5}{9}$ = درجه‌ی سلسیوس °



محدوده دمایی عملکرد نیمه‌رسانای معمولی:

تجاری: 0° تا 70°C

صنعتی: -65° تا 150°C

لحیم

متداول‌ترین لحیم الکترونیکی ۶۰/۴۰ (۶۰٪ قلع و ۴۰٪ سرب) است. نقطه‌ی ذوب آن ۱۸۳ تا ۱۹۰ درجه سلسیوس می‌باشد (۳۶۱ تا ۳۷۴ درجه فارنهایت).

سیم مسی

AWG	قطر (DIA)	اُهم (OHMs) در هر ۱۰۰۰ فوت	فوت در هر پوند
10	101.9	.9989	31.82
12	80.8	1.588	50.59
14	64.1	2.525	80.44
16	50.8	4.016	127.9
18	40.3	6.385	203.4
20	32.0	10.15	323.4
22	25.4	16.14	514.2
24	20.1	25.67	817.7
26	15.9	40.81	1,300.0
28	12.6	64.90	2,067.0
30	10.0	103.2	3,287.0
32	7.9	164.1	5,227.0
34	6.3	260.9	8,310.0
36	5.0	414.8	13,210.0
38	4.0	659.6	21,010.0
40	3.1	1,049.0	33,410.0

AWG ـ معیار ضخامت سیم امریکایی[1]

DIA ـ قطر به میل

OHMs در هر ۱۰۰۰ فوت ـ ۲۰ درجه سلسیوس (۶۸ درجه فارنهایت)

مقاومت‌های نسبی برخی از فلزات

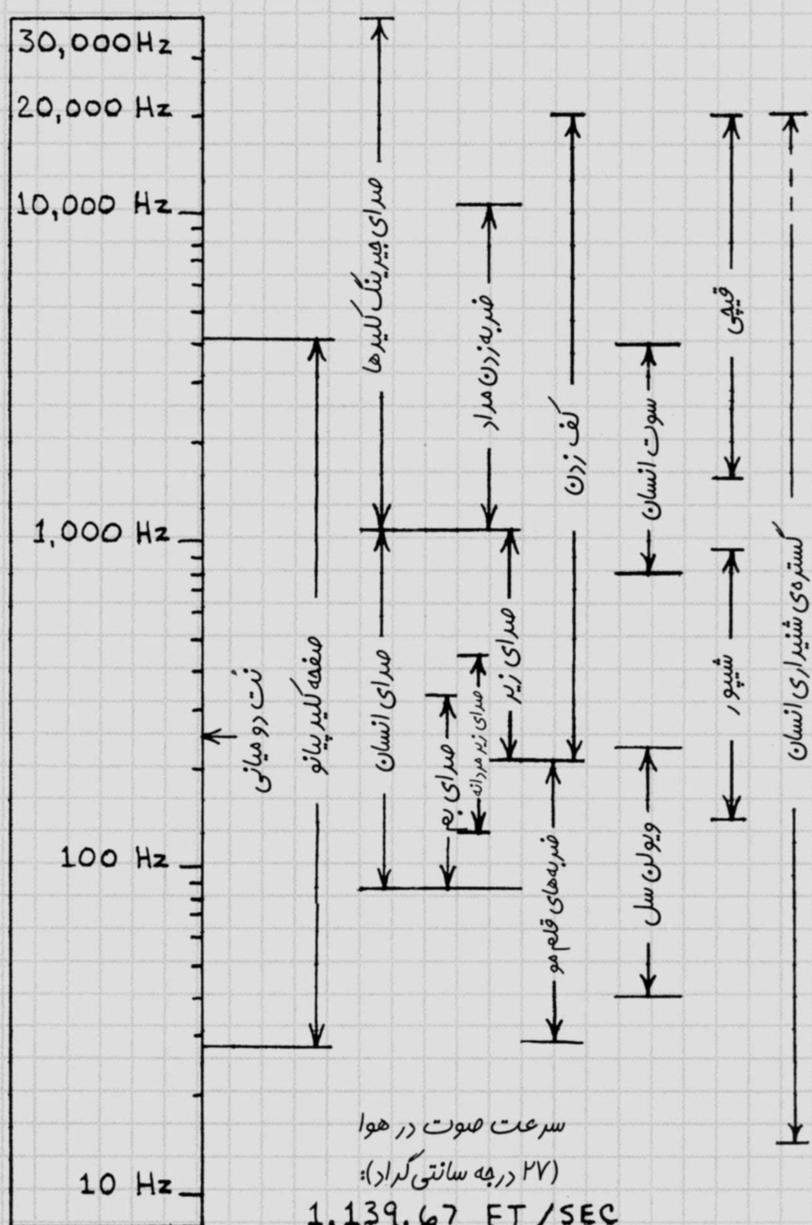
نقره	0.936
مس	1.000
طلا	1.403
کروم	1.530
آلومینیوم	1.549
تنگستن	3.203
برنج	4.822
برنز فسفردار	5.533
نیکل	5.786
آهن	5.799
قلع	6.702
فولاد	9.932
سرب	12.922
فولاد ضد زنگ	52.941
نیکروم	65.092

مقاومت نسبت به مس. یک فوت از سیم مسی مدوّر با یک میل قطر، ۱۰/۳۷ اهم مقاومت دارد، و یا سیم مسی با مقطع دایره‌ای در هر فوت ـ میل دارای ۱۰/۳۷ اهم مقاومت می‌باشد.

1 American Wire Gauge

طیف بسامد صوتی

ارتعاش مکانیکی در جامدات، مایعات و گازها چیزی را تولید می‌کند که مغز، آن را به منزله‌ی صدا تلقی می‌کند.



سطوح شدت صوت

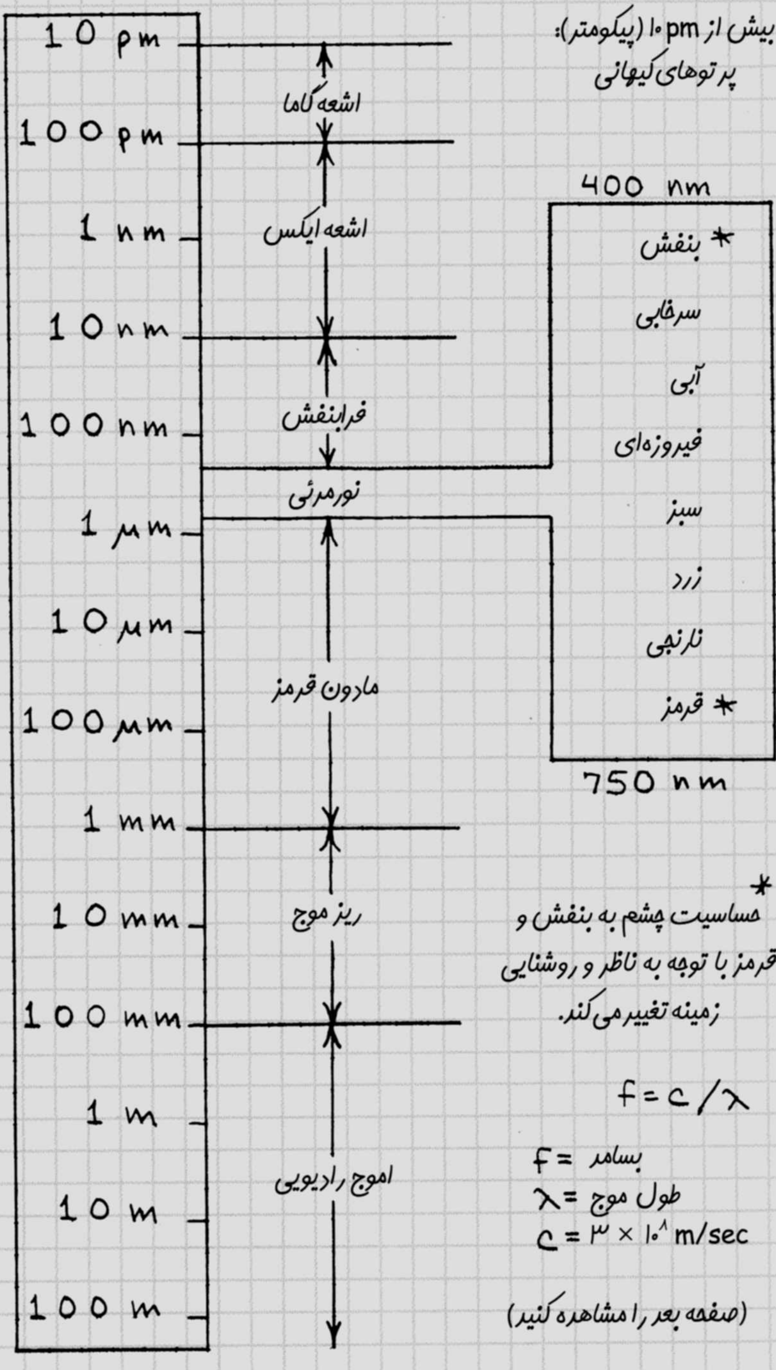
منبع صدا (فاصله تا ناظر)	سطح (dB)
آستانه ی درد	120+
موتور هواپیما (۲۰')	120+
موسیقی تقویت شده‌ی سبک Rock	110
رعد	110
زنگ پیزوالکتریک ("۱۲)	108
جنگنده هوایی T-۳۸ (در فاصله '۲۵۰۰) بالای سر	90
تفنگ ساچمه‌ای ("۱۲)	90
ساعت زنگدار دیجیتال ("۱۲)	85
ماشین تحریر برقی ("۱۸)	80
جنگنده هوایی T-۳۸ (یک مایل)	70
گفتگوی عادی	65
افتادن گیره‌ی کاغذی روی میز ("۱۲)	62
بوق آزاد تلفن ("۱)	56
افتادن مداد پاکن روی میز ("۱۲)	54
صفحه کلید رایانه ("۱۸)	61
اقامتگاه معمولی[1]	45
موسیقی متن ملایم	30
زمزمه‌ی آرام	20
آستانه‌ی شنیدن	0

1 Average Residence

◆ از مجموعه‌ی کتابچه‌های مهندسان

طیف الکترومغناطیسی

بیش از 10 pm (پیکومتر):
پرتوهای کیهانی



* حساسیت چشم به بنفش و قرمز با توجه به ناظر و روشنایی زمینه تغییر می‌کند.

$$f = c / \lambda$$

$f =$ بسامد
$\lambda =$ طول موج
$c = 3 \times 10^8$ m/sec

(صفحه بعد را مشاهده کنید)

طیف بسامد رادیویی

طبقه‌بندی	بسامد
بسامدهای بسیار پایین (VLF)	3-30 KHz
بسامدهای پایین (LF)	30-300 KHz
بسامدهای متوسط (MF)	300-3000 KHz
بسامدهای بالا (HF)	3-30 MHz
بسامدهای بسیار بالا (VHF)	30-300 MHz
بسامدهای فوق بالا (UHF)	300-3000 MHz
بسامدهای اَبَربالا (SHF)	3-30 GHz
بسامدهای فوق العاده بالا (EHF)	30-300 GHz
بسامدهای ریزموج[1]	300-3000 GHz

رابطه‌ی بسامد و طول موج

$$f = \frac{c}{\lambda} \qquad \lambda = \frac{c}{f}$$

λ – طول موج (متر)

c – سرعت نور (3×10^8 m/sec)

f – بسامد (هرتز)

مثال: طول موج یک سیگنال ۱۰۸ MHz، برابر با $۱۰^۸ \times ۳$ تقسیم بر $۱۰^۶ \times ۱۰۸$ یا ۲/۷۸ متر می‌باشد.

1 microwave

بسامدهای مهم (MHz)

برج‌های مراقبت	.15 - .54:
وضعیت اضطراری بین‌المللی[1]	.5 :
موج پخش AM	.54 - 1.6 :
اطلاعات فرودگاه	1.61:
موج غیرحرفه‌ای[2] ۱۶۰ متری	1.8 - 2.0:
پخش بین‌المللی[3] ۱۲۰ متری	2.3 - 2.498:
بوق اعلام ساعت wwv	2.5:
موج غیرحرفه‌ای ۸۰ متری	3.5 - 4.0.
بوق اعلام ساعت wwv	5.0:
پخش بین‌المللی ۴۹ متری	5.95 - 6.2:
ارتباطات دریایی	6.2 - 6.525:
غیرحرفه‌ای ۴۰ متری	7.0 - 7.3:
پخش بین‌المللی ۴۰ متری	7.0 - 7.3:
پخش بین‌المللی ۳۱ متری	9.5 - 9.9:
بوق اعلام ساعت wwv	10.0 :
موج غیرحرفه‌ای ۳۰ متری	10.1 - 10.15:
پخش بین‌المللی	10.15 - 11.175.
پخش بین‌المللی ۲۵ متری	11.7 - 11.975:
پخش غیرحرفه‌ای ۲۰ متری	14.0 - 14.35 :
بوق اعلام ساعت wwv	15.0:
بوق اعلام ساعت wwv	20.0
موج غیرحرفه‌ای ۱۵ متری	21.0 - 21.45
پخش بین‌المللی ۱۳ متری	21.45 - 21.85
موج غیرحرفه‌ای ۱۲ متری	24.89 - 24.99:
پخش بین‌المللی ۱۱ متری	25.67 - 26.1 :
موج شهروندان[4]	26.9 - 27.4:
موج غیرحرفه‌ای ۱۰ متری	28.0 - 29.7:
ارتباطات کم توان[5]	49.82 - 49.9:
موج غیرحرفهای ۶ متری	50.0 - 54.0
تلویزیون (6-2 ch.)	54.0 - 88.0 :
کنترل رادیویی (فقط هواپیما)	72.03 - 72.9 :
کنترل رادیویی	75.43 - 75.87:
موج پخش FM	88.0 - 108.0:
میکروفون‌های بی‌سیم	88.0 - 108.0
برج مراقبت هوایی	108.0 - 118.0:
هواپیما	118.0 - 136.0:
پلیس، آتش نشانی، شهری	153 - 155 :
پلیس، آتش نشانی، شهری	158 - 159:
هوا شناسی NOAA	162.4 - 162.55:
تلویزیون (13-7 ch.)	174 - 216 :
تلویزیون (14-83 ch.)	470 - 890:

1 International distress
2 Amateur band
3 Int. broadcast
4 Citizens Band
5 Low Power Communications

تبدیل‌های زمانی

UTC	PST	MST	CST	EST	AST
0000	4 PM	5 PM	6 PM	7 PM	8 PM
0100	5 PM	6 PM	7 PM	8 PM	9 PM
0200	6 PM	7 PM	8 PM	9 PM	10 PM
0300	7 PM	8 PM	9 PM	10 PM	11 PM
0400	8 PM	9 PM	10 PM	11 PM	MIDNT
0500	9 PM	10 PM	11 PM	MIDNT	1 AM
0600	10 PM	11 PM	MIDNT	1 AM	2 AM
0700	11 PM	MIDNT	1 AM	2 AM	3 AM
0800	MIDNT	1 AM	2 AM	3 AM	4 AM
0900	1 AM	2 AM	3 AM	4 AM	5 AM
1000	2 AM	3 AM	4 AM	5 AM	6 AM
1100	3 AM	4 AM	5 AM	6 AM	7 AM
1200	4 AM	5 AM	6 AM	7 AM	8 AM
1300	5 AM	6 AM	7 AM	8 AM	9 AM
1400	6 AM	7 AM	8 AM	9 AM	10 AM
1500	7 AM	8 AM	9 AM	10 AM	11 AM
1600	8 AM	9 AM	10 AM	11 AM	12 AM
1700	9 AM	10 AM	11 AM	12 AM	1 PM
1800	10 AM	11 AM	12 AM	1 PM	2 PM
1900	11 AM	12 AM	1 PM	2 PM	3 PM
2000	12 AM	1 PM	2 PM	3 PM	4 PM
2100	1 PM	2 PM	3 PM	4 PM	5 PM
2200	2 PM	3 PM	4 PM	5 PM	6 PM
2300	3 PM	4 PM	5 PM	6 PM	7 PM

UTC ـ ساعت هماهنگ بین‌المللی (ساعت نصف‌النهار گرینویچ، لندن)

PST ـ ساعت استاندارد پاسیفیک

MST ـ ساعت استاندارد کوهستانی

CST ـ ساعت استاندارد مرکزی

EST ـ ساعت استاندارد شرقی

AST ـ ساعت استاندارد آتلانتیک

AM ـ قبل از ظهر

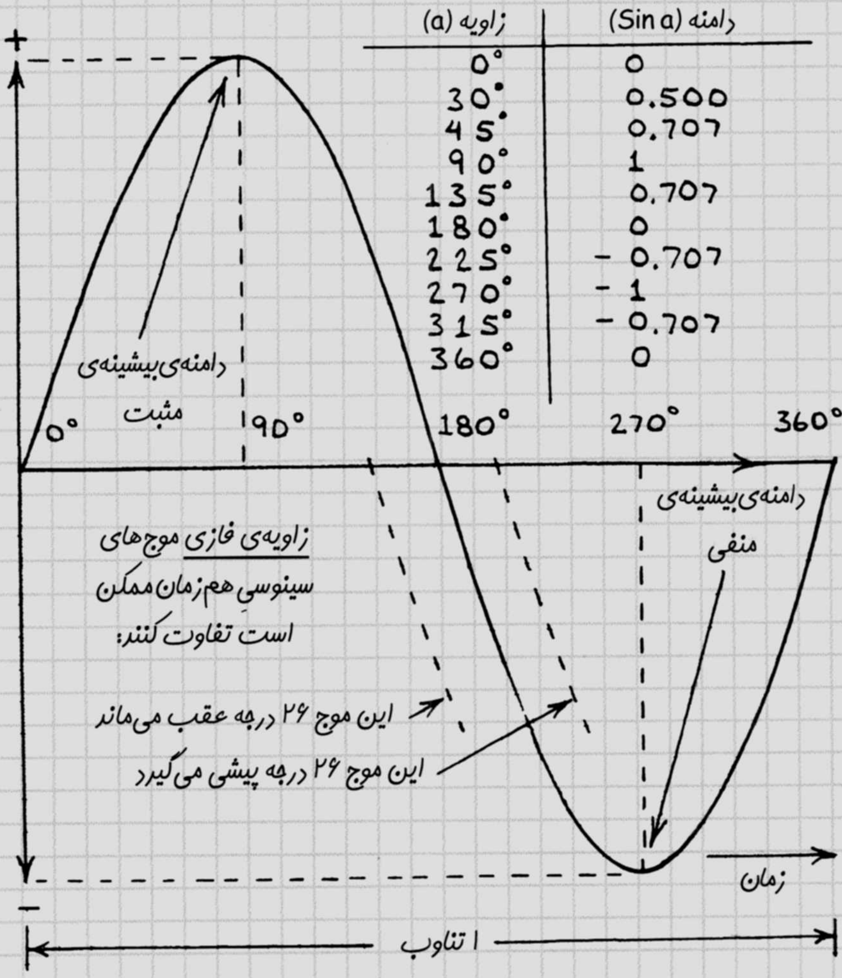
PM ـ بعد از ظهر

MiDNT ـ نیمه شب

زمانِ جلو کشیدن ساعت، یک ساعت اضافه می‌شود

موج سینوسی

موج سینوسی متداول‌ترین موج تناوبی در مدارهای الکترونیکی آنالوگ [1] است. اگر دامنه‌های بیشینه ۱+ و ۱- باشند، در این صورت:



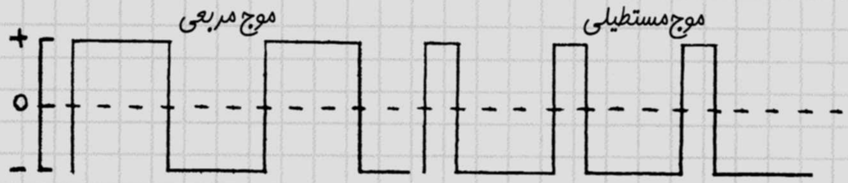
بسامد یک موج سینوسی تعداد تناوب‌ها در هر ثانیه می‌باشد. هرتز (Hz) واحد بسامد است. یک هرتز یک تناوب در هر ثانیه است (۱ cps).

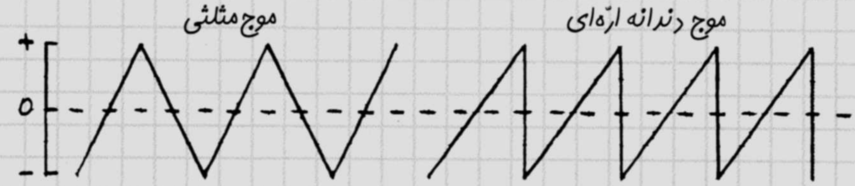
دوره‌ی تناوب یک موج سینوسی، زمان روی‌دادن یک تناوب کامل می‌باشد.

1 Analog electronic circuits

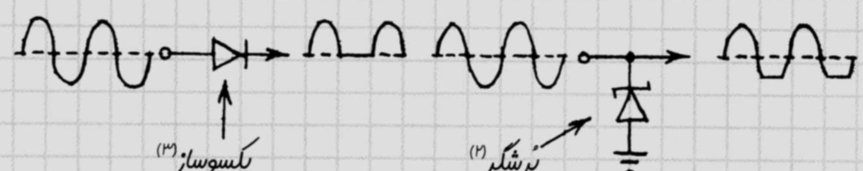
امواج تناوبی

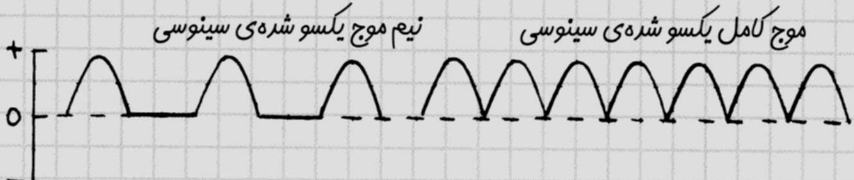
بسیاری از شکل موج‌های تناوبی را می‌توان با مدارهای الکترونیکی آنالوگ پردازش و تولید کرد. آنها شامل شکلهای ذیل هستند:

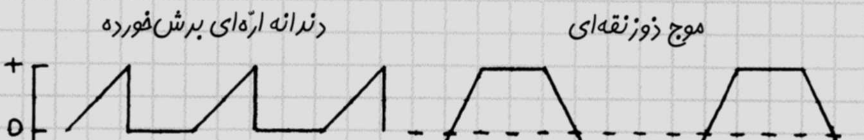




موج‌های تناوبی را می‌توان با دیودهای معمولی[1] یکسو و با دیودهای زِنِر کوتاه کرد.





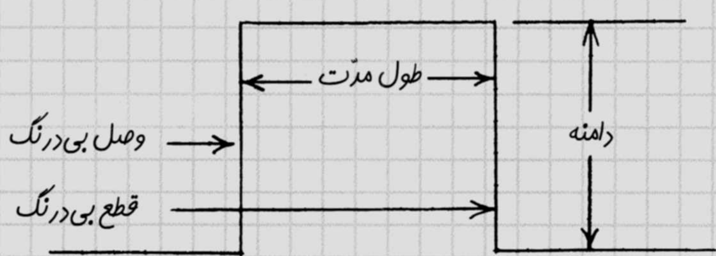


1 Diodes
2 Clipper
3 Rectifier

پالس‌ها[1]

پالس‌های واحد یا رشته‌ای از پالس‌هـایِ تناوبی با مدارهای الکترونیکـی دیجیتال پردازش و تولید می‌شـوند. همچنین آنها برای راه‌اندازی (فعال‌سازی) انواع بسـیاری از مدارها اسـتفاده می‌شوند.

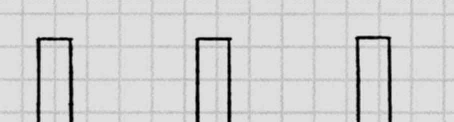
پالس ایده‌آل



یک پالس واقعی



رشته‌ی پالس



تعداد پالس‌ها یا ضربان‌ها در هر ثانیه، میـزان تکرار پالس است.

1 Pulses (تَپ‌ها)
2 Inductance

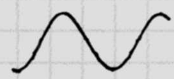
سیگنال‌ها

سیگنال‌های الکترونیکی از طنین‌های قابل شنیدن تا اطلاعات پیچیده‌ای که توسط یک ولتاژ، جریان یا موج نوسانی (آنالوگ) یا ضربانی (دیجیتال) حمل می‌شوند را دربرمی‌گیرند.

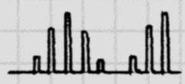
بسیاری از شیوه‌های مدوله‌سازی[1] (مدولاسیون) برای سوارکردن یک سیگنال روی یک حامل استفاده می‌شوند.

شیوه‌های مُدوله‌سازی

پالس



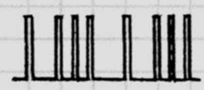
سیگنال آنالوگ



دامنه‌ی پالس



مدت پالس

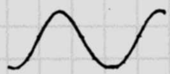


بسامد پالس

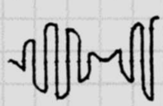
آنالوگ



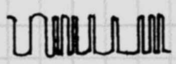
موج حامل مُدوله‌نشده



سیگنال آنالوگ



مُدوله‌سازی دامنه



مدوله‌سازی بسامد

دیجیتال

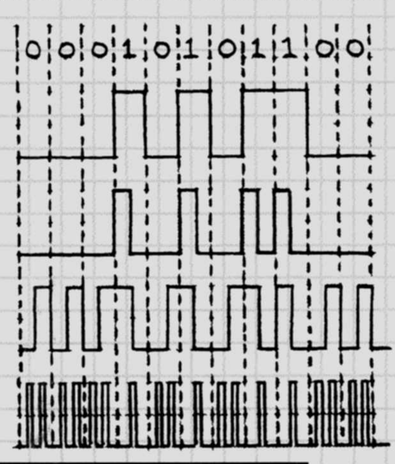
الگوی دودویی بیت

عدم بازگشت به صفر (NRZ)

بازگشت به صفر (RZ)

منچستر[2]

کلیدزنی انتقال بسامدی[3] (FSK)



---

1 Modulation methods

2 Manchester (منچستر، نوعی رمزگذاری برای داده‌های دودویی است)

3 Frequency Shift Keying

(روشی در کدگذاری اطلاعات دیجیتال است که در آن از یک فرکانس به عنوان معرف منطق یک و از فرکانس دیگر به عنوان معرف منطق صفر استفاده می‌شود)

٤. کُدها و نمادها

الفبایی، اَسکی[1] و کُد مورس

الفبایی	اَسکی	کُد مورس
A	100 0001	· −
B	100 0010	− · · ·
C	100 0011	− − ·
D	100 0100	− · ·
E	100 0101	·
F	100 0110	· · − ·
G	100 0111	− − ·
H	100 1000	· · · ·
I	100 1001	
J	100 1010	· − − −
K	100 1011	− · −
L	100 1100	· − · ·
M	100 1101	− −
N	100 1110	− ·
O	100 1111	− − −
P	101 0000	· − − ·
Q	101 0001	− − · −
R	101 0010	· − ·
S	101 0011	· · ·
T	101 0100	−
U	101 0101	· · −
V	101 0110	· · · −
W	101 0111	· − −
X	101 1000	− · · −
Y	101 1001	− · − −
Z	101 1010	− − · ·
0	011 0000	− − − − −
1	011 0001	· − − − −
2	011 0010	· · − − −
3	011 0011	· · · − −
4	011 0100	· · · · −
5	011 0101	· · · · ·
6	011 0110	− · · · ·
7	011 0111	− − · · ·
8	011 1000	− − − · ·
9	011 1001	− − − − ·

1 ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

اَسکی

								ستون ← / ردیف ↓	0 & 1						
										0	0	1	1	1	1
										1	1	0	0	1	1
										0	1	0	1	0	1
										2	3	4	5	6	7
			0	0	0	0	0			SP	0	@	P	`	p
			0	0	0	1	1			!	1	A	Q	a	q
			0	0	1	0	2			"	2	B	R	b	r
			0	0	1	1	3			#	3	C	S	c	s
			0	1	0	0	4			$	4	D	T	d	t
			0	1	0	1	5			%	5	E	U	e	u
			0	1	1	0	6			&	6	F	V	f	v
			0	1	1	1	7			'	7	G	W	g	w
			1	0	0	0	8			(	8	H	X	h	x
			1	0	0	1	9			)	9	I	Y	i	y
			1	0	1	0	10			*	:	J	Z	j	z
			1	0	1	1	11			+	;	K	[	k	{
			1	1	0	0	12			,	<	L	\	l	¦
			1	1	0	1	13			—	=	M	]	m	}
			1	1	1	0	14			.	>	N	^	n	~
			1	1	1	1	15			/	?	O	_	o	DEL

SP ـ کلید فاصله

کاراکتر کنترل (عدم چاپ)

اَسکی کُد استاندارد امریکایی برای تبادل اطلاعات. اَسکی کُد اصلیِ صفحه کلید رایانه است. برنامه‌نویسان زبان اسمبلی، اَسکیِ دودویی (فوق‌الذکر) را به مبنایِ ۱۶ تبدیل می‌کنند. معادل‌های اصلی شانزده شانزدهی یا هگزادسیمال به صورت زیر هستند:

A - 41	G - 47	M - 4D	S - 53	Y - 59	4 - 34
B - 42	H - 48	N - 4E	T - 54	Z - 5A	5 - 35
C - 43	I - 49	O - 4F	U - 55	Ø - 30	6 - 36
D - 44	J - 4A	P - 50	V - 56	1 - 31	7 - 37
E - 45	K - 4B	Q - 51	W - 57	2 - 32	8 - 38
F - 46	L - 4C	R - 52	X - 58	3 - 33	9 - 39

الفبای یونانی

L	U	نام
ν	N	نو
ξ	Ξ	زی
o	O	امیکرون
π	Π	پی
ρ	P	رو
σ	Σ	سیگما
τ	T	تو (تاو)
υ	Υ	آپسیلون
ϕ	Φ	فی
χ	X	خی
ψ	Ψ	پسی
ω	Ω	اُمگا

U ـ حرف بزرگ

L	U	نام
α	A	آلفا
β	B	بتا
γ	Γ	گاما
δ	Δ	دلتا
ϵ	E	اپسیلون
ζ	Z	زتا
η	H	اتا
θ	Θ	تتا
ι	I	یوتا
κ	K	کاپا
λ	Λ	لاندا
μ	M	مو

L ـ حرف کوچک

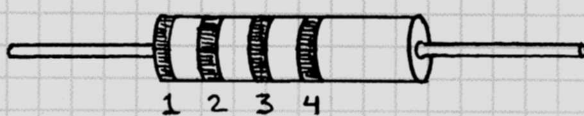
نشانه های متداول یونانی

نشانه یا مشخص کننده‌ی موارد زیر است	حرف
زوایا، شتاب، مساحت	α
زوایا	β
رسانایی، چگالی نسبی	γ
کاهش، افزایش	Δ
ثابت دی‌الکتریک	ϵ
انرژی	E
مقاومت ظاهری (امپدانس)	Z
شاخص مُدوله‌سازی FM	η
زوایا، ثابت زمانی، دما	θ
طول موج، رسانایی	λ
میکرو (پیشوند)، ضریب تقویت	μ
بسامد	ν
محیط ÷ قطر (۳/۱۴۱۵۹...)	π
مقاومت ویژه ـ بازتابندگی	ρ
نشانه‌جمع زنی	Σ
ثابت زمانی، درجه‌ی انتقال‌پذیری یا ارسال	τ
زاویه، توان تابشی	Φ
زاویه، بسامد زاویه‌ای	ω
زاویه فضایی، مقاومت (اهم)	Ω

کُد رنگ مقاومت

رنگ	ارقام معنی دار(۱ و ۲)	فزونساز(مضروب فیه)(۳)	خطای مجاز (تولرانس)(۴)
مشکی	0	1	
قهوه ای	1	10	± 1%
قرمز	2	100	
نارنجی	3	1,000	
زرد	4	10,000	بدون نوار رنگی: ±20%
سبز	5	100,000	
آبی	6	1,000,000	
بنفش	7	10,000,000	
خاکستری	8	100,000,000	
سفید	9	—	
طلایی	—	—	± 5%
نقره ای	—	—	± 10%

مثال:



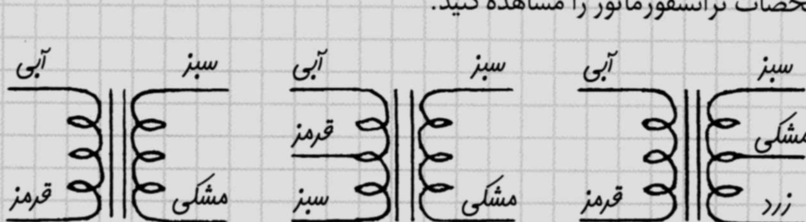
1 = قهوه‌ای = 1
2 = مشکی = 0
3 = زرد = × 10,000
4 = نقره‌ای = ± 10% تولرانس (خطای مجاز)

100,000 Ω
± 10%

کدرنگ ترانسفورماتور

خروجی و میان مرحله‌ی صوتی

توان: اولیه بدون میان‌سر ـ مشکی؛ ثانویه‌ی فیلامان (رشته‌ی فروزان)[1] ـ سبز (فیلامان اضافی ـ زرد، قهوه ای یا خاکستری مایل به آبی)؛ ثانویه با ولتاژ بالا ـ قرمز. رنگها ممکن است تغییر کنند.
یادداشت: EIA[2] (سازمان صنایع الکترونیک) این رنگها را پیشنهاد کرده است. برای یافتن کد، مشخصات ترانسفورماتور را مشاهده کنید.



1 filament
2 Electronic Industries Association

۵. اختصارات الکترونیکی

جریان متناوب	AC
بسامد صوتی	AF
کنترل خودکار بسامد	AFC
کنترل خودکار بهره	AGC
مدوله سازی دامنه	AM
تقویت‌کننده	AMP
محدود کننده خودکار نویز	ANL
آنتن	ANT
کنترل خودکار شدت صوت	AVC
معیار ضخامت سیم امریکایی	AWG
بیس ترانزیستور	B
پخش (تلویزیونی، رادیویی و ...)	BC
نوسانگر بسامد ضربان[1]	BFO
میان‌گذر	BP
کلکتور ترانزیستور	C
کالیبره یا مدرّج کردن	CAL
خازن	CAP
موج شهروندان (باند خصوصی)	CB
مدار	CKT
ساعت	CLK
لامپ پرتوی کاتدی	CRT
تناوب در هر ثانیه (هرتز)	C/S
انشعاب مرکزی (میانسر)	CT
موج پیوسته	CW
تناوب یا سیکل	CY
درجه‌ی سلسیوس (سانتیگراد)	°C
درین FET[2]	D
دسیبل	dB
دوبرابر کننده	DBLR
جریان مستقیم	DC
درجه	DEG
دمدوله کردن[3] (دمدولاسیون)	DEMOD
جهت‌یاب	DF
دو پل (دو قطبی) دو طرفه	DPDT
دو پل (دو قطبی) یک طرفه	DPST
باند جانبی دوگانه	DSB
امیتر ترانزیستور؛ انرژی	E
الکترومغناطیسی	EM
نیروی محرکه الکتریکی	EMF
پالس الکترومغناطیسی	EMP
توان تابشی مؤثر یا مفید	ERP

1 Beat frequency oscillator. نوعی اسیلاتور که با ترکیب دو سیگنال متفاوت، اختلاف بسامد شنیداری تولید می‌کند.
2 field effect transistor؛ ترانزیستور با اثر میدان
3 Demodulation

F	بسامد
°F	درجه‌ی فارنهایت
FDBK	بازخورد (فیدبک)
FET	ترانزیستور با اثر میدان
FF	فلیپ فلاپ[1] (الاکلنگ)
FIL	رشته‌ی فروزان (فیلامان)
FM	مدولاسیون بسامد
FREQ	بسامد
FSC	در مقیاس طبیعی
FWHM	پهنای کامل نیمه بیشینه
G	گیت FET (دروازه FET)
GA	ضخامت، اندازه، قطر
GND	زمین (منفی مدار، بدنه)
HF	بسامد بالا
HI FI	های فای (کیفیت یا دقت بالا)
HV	های ولتاژ، ولتاژ بالا
HZ	هرتز
I	جریان
IC	آی‌سی (مدار مجتمع)
IMPD	مقاومت ظاهری، امپدانس
IR	مادون قرمز
JFET	ترانزیستور با اثر میدان از نوع پیوندی
KWH	کیلووات ساعت
LED	دیود نورافشان
LP	پایین گذر
LSI	مجتمع سازی در مقیاس بزرگ
MA	میلی آمپر
MIC	میکروفون
MOS	نیمه‌رسانای اکسید فلز
MOSFET	ترانزیستور با اثر میدان MOS (ماس فت)
NC	بدون تماس
NEG	منفی
NF	عدد نویز
NO	معمولاً باز
NOM	نامی
NPN	منفی ـ مثبت ـ منفی
OP AMP	تقویت‌کننده عملیاتی
OSC	نوسانگر (اسیلاتور)
OUT	خروجی
PAM	مدوله‌سازی دامنه پالس
PC	مدار چاپی
PCM	مدوله‌سازی رمز پالس
PDM	مدوله‌سازی مدت پالس
PF	پیکو فاراد

1 Flip Flop

PFM	مدوله‌سازی بسامد پالس
PK	بیشینه، اوج
PLL	حلقه قفل‌شده‌ی فازی (PLL)[1]
PNP	مثبت ـ منفی ـ مثبت
POS	مثبت
POT	پتانسیومتر
PREAMP	پیش‌تقویت‌کننده
PRI	اولیه
PRV	ولتاژ معکوس بیشینه
PVC	پلی‌وینیل کلراید
PWR	توان، نیرو
PWR SUP	منبع تغذیه
PZ	پیزوالکتریک
Q	ضریب کیفیت
QTZ	کوارتز
R	مقاومت
RAD	رادیان (واحد اندازه‌گیری زاویه)
RC	مقاومت خازنی
RCDR	دستگاه ضبط
RCV	دریافت کردن، گرفتن
RCVR	گیرنده، دریافت کننده (ریسیور)
RECHRG	شارژ دوباره
RECT	یکسوساز
REF	منبع، مرجع
RF	بسامد رادیویی
RFC	چوک (سیم پیچ) بسامد رادیویی (RFC)
RFI	تداخل بسامد رادیویی
RL	مقاومت ـ خود القایی (اندوکتانس، القاییدگی)
RLC	مقاومت ـ اندوکتانس ـ خازن
RLY	رله
RMS	ریشه میانگین مجذور
RMT	از راه دور
ROT	دوران، چرخش
RPM	دور در دقیقه
RPS	دور در ثانیه
RTTY	دستگاه دورنویس رادیویی
RY	رله
S	سورس FET
SB	باند جانبی
SCR	یکسوساز فرمان‌پذیر سیلیکونی
SEC	ثانویه
SERVO	سروو مکانیسم (سیستم مکانیکی که با برق کنترل می‌شود)
SHLD	پوشش، محافظ یا شیلد

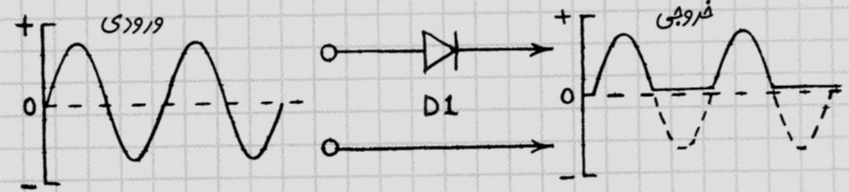
1 Phase locked loop

سیگنال	SIG
نسبت سیگنال ـ به ـ نویز (همچنین S/N)	SNR
تک‌پل (قطبی) دوطرفه	SPDT
بلندگو	SPKR
تک‌پل (قطبی) یک‌طرفه	SPST
مجذور	SQ
باند جانبی واحد	SSB
ریز، خیلی کوچک	SUBMIN
موج کوتاه	SW
گوش کردن به موج کوتاه	SWL
نسبت موج ساکن یا ایستاده[1]	SWR
نشانه، سمبل، نماد	SYM
زمان	T
سرعت‌سنج یا تاکومتر	TACH
تلفن	TEL
ارتباطات راه دور	TELECOM
دما	TEMP
پایانه، ترمینال	TERM
بسامد رادیویی تنظیم‌شده	TRF
منطق ترانزیستور ـ ترانزیستور	TTL
تداخل تلویزیونی	TVI
بسامد فوق بالا	UHF
ترانزیستور یونی جانکشن (ترانزیستور با یک پیوندگاه)	UJT
ساعت هماهنگ بین‌المللی	UTC
ولتاژ	V
خلأ؛ ولتاژ AC	VAC
پیچک صوتی، سیم‌پیچ صدا	VC
نوسانگر با ولتاژ کنترل شده	VCO
بسامد متغیر	VF
بسامد بسیار بالا	VHF
ویدئو (تصویری)	VID
بسامد بسیار پایین	VLF
بلندی صدا یا شدت صوت؛ حجم	VOL
«ولت ـ اهم» سنج	VOM
لامپ خلأ	VT
فرستنده‌ای که با صدا به کار می‌افتد	VOX
وات	W
«وات ـ ساعت» سنج	WHM
ولتاژ کار	WV
راکتانس[2] (مخالفت سلف یا خازن در برابر عبور جریان متناوب)	X
فرستنده	XMTR
مقاومت ظاهری[3] (امپدانس)	Z

1 *Standing Wave Ratio*
2 *Reactance*
3 *Impedance*

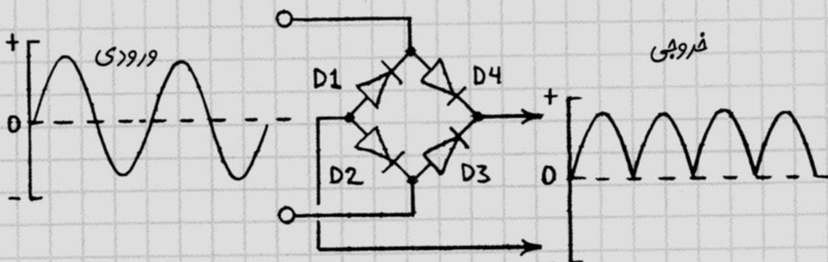
۶. مدارهای الکترونیکی ساده

یکسوساز نیم موج



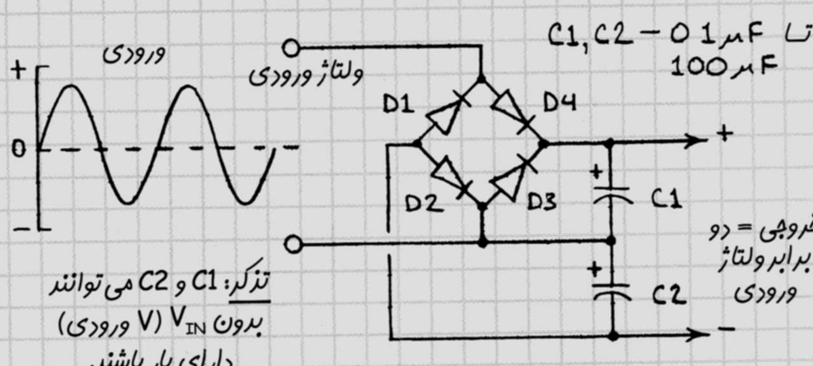
D1 باید برای ولتاژ ورودی برآورد شود.

یکسوساز تمام موج



D1 - D4 باید برای ولتاژ ورودی برآورد شوند. از دیودهای مجزا یا یکسوساز پیش‌ساخته[1] استفاده کنید.

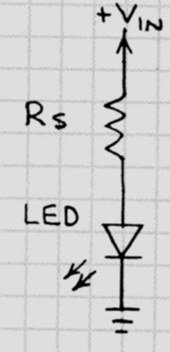
دوبرابرکننده ولتاژ



D1 تا D4، C1 و C2 باید برای حداقل دو برابر ولتاژ ورودی برآورد شوند.

1 Rectifier Module

راه‌انداز ساده LED[۱]



$$R_S = \frac{V_{IN} - V_{LED}}{I_{LED}}$$

V_{IN} = ولتاژ ورودی

I_{LED} = جریان موافق LED (مطلوب یا تعیین‌شده)

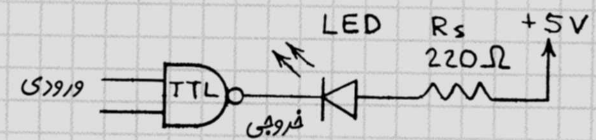
V_{LED} = اُفت ولتاژ LED

مثال: فرض کنید، $V_{IN} = 9$ و $V_{LED} = 1.7$ است. مقدار R_S را برای $I_{LED} = 20\,mA$ حساب کنید.

$$R_S = \frac{9 - 1.7}{.02} = 365 \text{ OHMS}$$

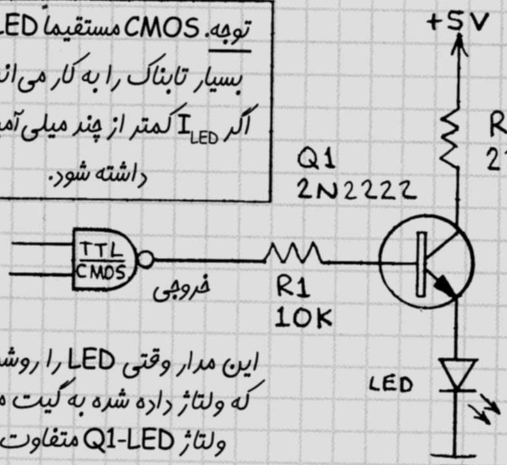
(استفاده از نزدیک‌ترین مقدار استاندارد، مجاز است.)

راه اندازهای LED باگِیت منطقی[۲]



LED	خروجی
روشن	LO
خاموش	HI

توجه. CMOS مستقیماً LEDهای بسیار تابناک را به کار می‌اندازد، اگر I_{LED} کمتر از چند میلی‌آمپر نگه داشته شود.



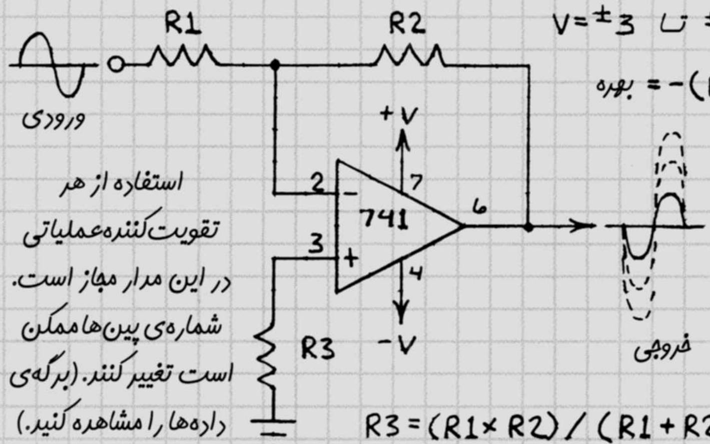
LED	خروجی
خاموش	LO
روشن	HI

$I_{LED} \approx 15\,mA$

این مدار وقتی LED را روشن می‌کند که ولتاژ داده شده به گیت منطقی با ولتاژ Q1-LED متفاوت باشد.

1 Basic LED Driver
2 Logic Gate LED Drivers

تقویت‌کننده‌ی معکوس‌کننده[1]



$V = \pm 3$ تا $\pm 15\ V$

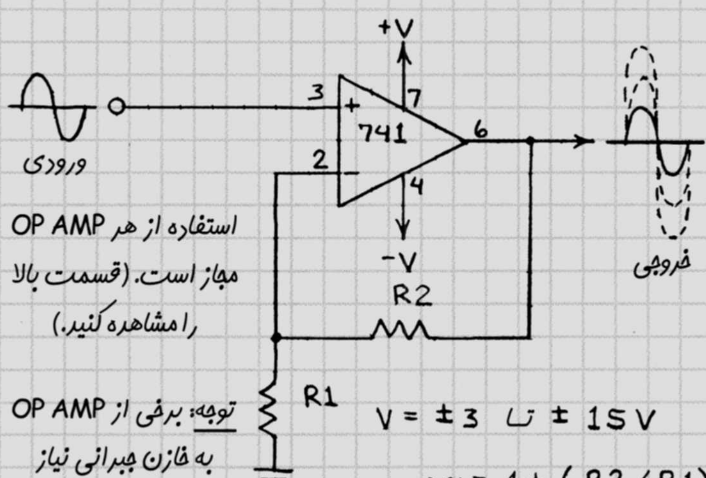
بهره $= -(R2/R1)$

استفاده از هر تقویت‌کننده‌ عملیاتی در این مدار مجاز است. شماره‌ی پین‌ها ممکن است تغییر کنند. (برگه‌ی داده‌ها را مشاهده کنید.)

$R3 = (R1 \times R2) / (R1 + R2)$

مثال: اگر ۴۷۰۰ اهم = R1 و ۴۷۰۰۰ اهم = R2 باشد، در این صورت بهره (۴۷۰۰ ÷ ۴۷۰۰۰)– یا ۱۰– است. ۴۲۷۳ اهم = R3 (از نزدیکترین مقدار استاندارد استفاده کنید).

تقویت‌کننده‌ی غیرمعکوس‌کننده[2]



استفاده از هر OP AMP مجاز است. (قسمت بالا را مشاهده کنید.)

توجه: برخی از OP AMP به خازن جبرانی نیاز دارند.

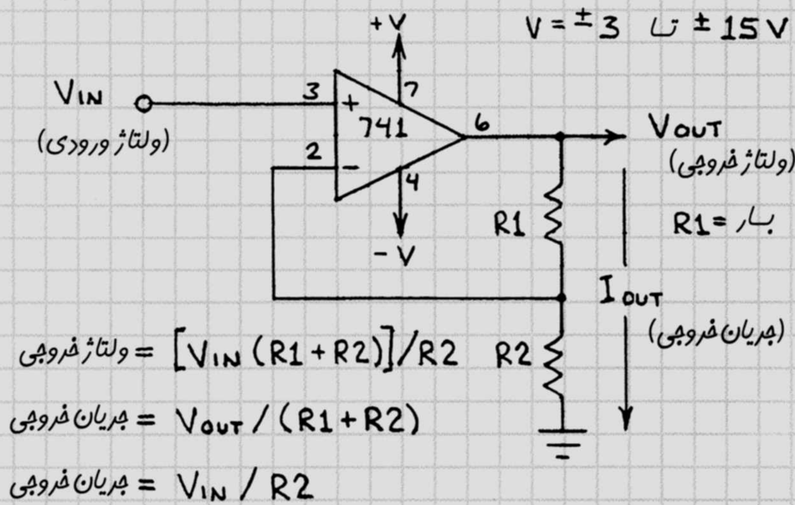
$V = \pm 3$ تا $\pm 15\ V$

بهره $= 1 + (R2 / R1)$

مثال: اگر ۴۷۰۰ اهم = R1 و ۴۷۰۰۰ اهم = R2 باشد، در این صورت بهره (۴۷۰۰ ÷ ۴۷۰۰۰)+۱ یا ۱۱ می‌باشد.

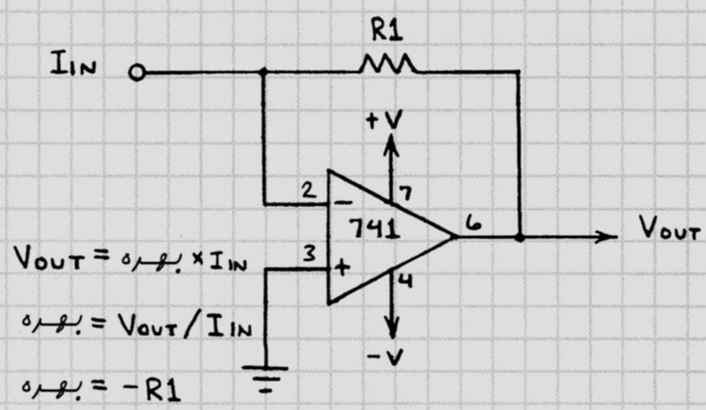
1 Inverting
2 Non-Inverting

مبدّل ولتاژ-به-جریان



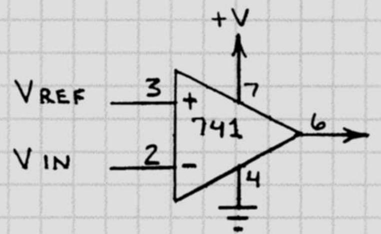
مثال: فرض کنید R1 یک «مقاومت و LED» با مقاومت مرکب برابر با ۱۰۰۰ اهم است و R2، ۴۷۰ اهم می‌باشد. هنگامی که ولتاژ ورودی برابر با ۵ ولت است، جریان خروجی درون LED برابر با 10.6μA است.

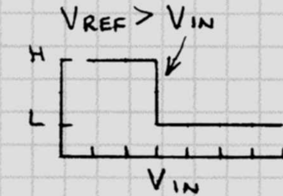
مبدّل جریان-به-ولتاژ



مثال: فرض کنید یک سلول خورشیدی که به I_{IN} متصل است، جریانی برابر با ۱μA در مدار جاری کند. اگر R1 برابر با ۱۰۰۰ اهم باشد، در این صورت V_{OUT} برابر با (۱۰۰۰ × ۰/۰۰۱)- = ۱- ولت خواهد بود.

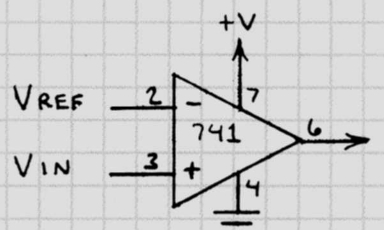
مقایسه‌گرِ[1] معکوس‌کننده

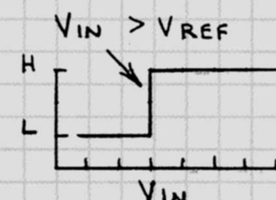




هنگامـی که V_{REF} از V_{IN} فراتـر رود، خروجی از بالا (High) به پایین (Low)، تغییر وضعیت می‌دهد.

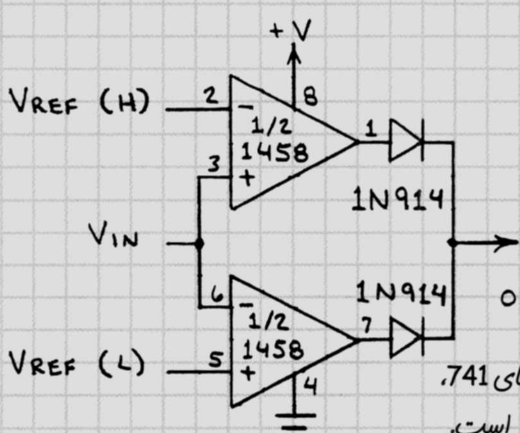
مقایسه‌گر غیرمعکوس‌کننده

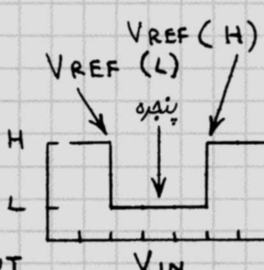




هنگامـی کـه V_{IN} از V_{REF} فراتر رود، خروجی از پایین (Low) بـه بالا (High) تغییر وضعیت می‌دهد.

مقایسه‌گر پنجره‌ای[2]

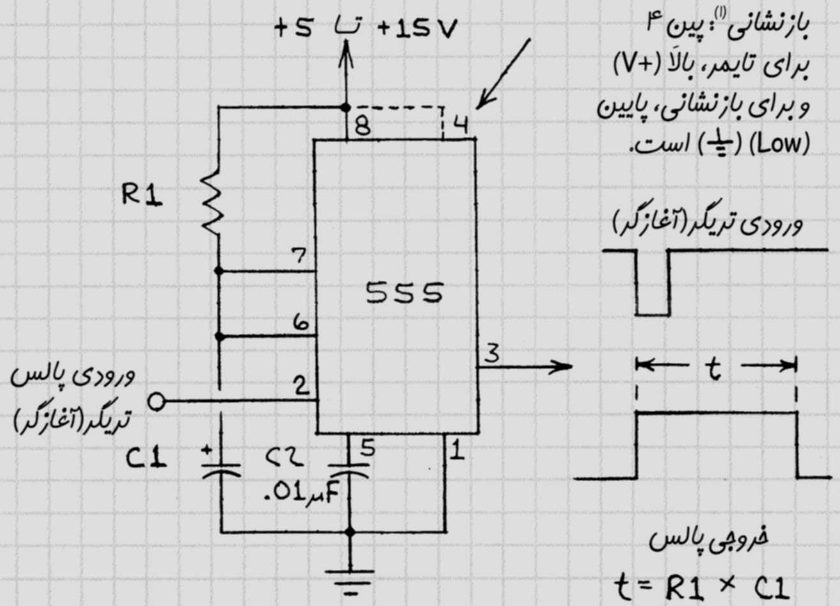




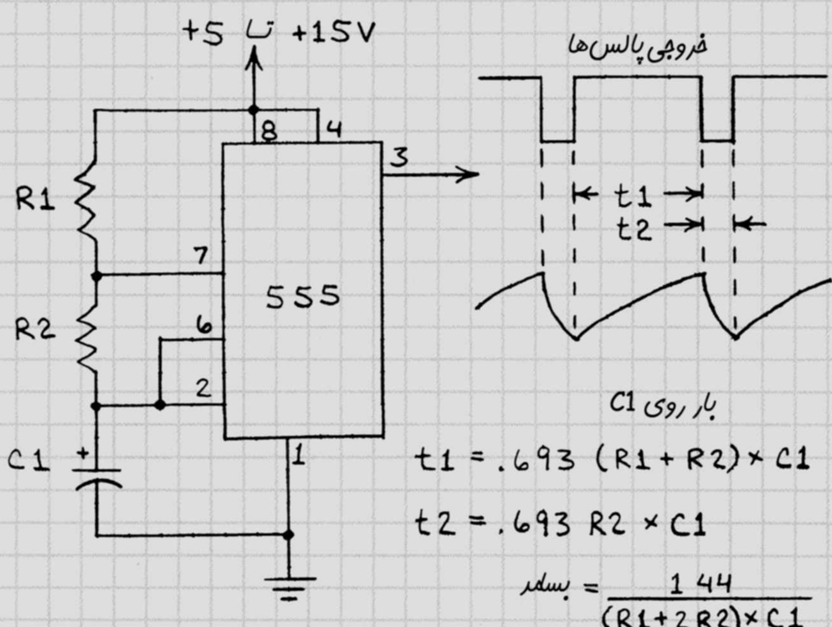
توجه: استفاده از تقویت‌کننده‌های 741، 339 یا دیگر OP AMPها مجاز است.

1 Comparator
2 Window Comparator

زمان‌سنج (تایمر)



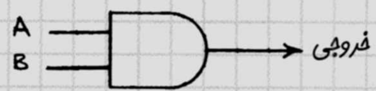
مولّد پالس



1 Reset

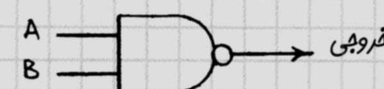
۷. مدارهای منطقی ساده

گیت اَند («وَ»)[1]



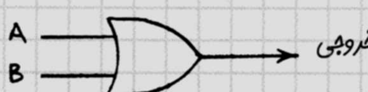
A	B	خروجی
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

گیت نَند[2] (نقیضِ «وَ»)



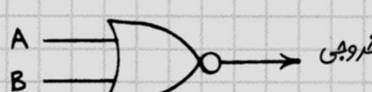
A	B	خروجی
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

اُر («یا»)[3]



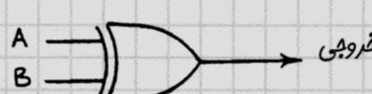
A	B	خروجی
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

«نُور»[4] (نقیضِ «یا»)



A	B	خروجی
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L

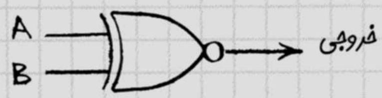
اُر انحصاری[5] («یا» انحصاری)



A	B	خروجی
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L

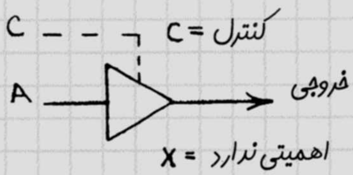
1 And gate
2 NAND gate
3 OR
4 NOR
5 Exclusive OR

«نُور» انحصاری [1] (نقیض «یا» انحصاری)



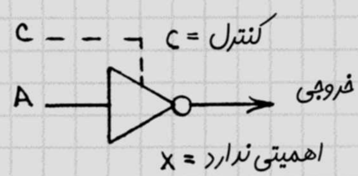
A	B	خروجی
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	H

بافِر [2] (میانگیر) (بافر ۳ وضعیتی)



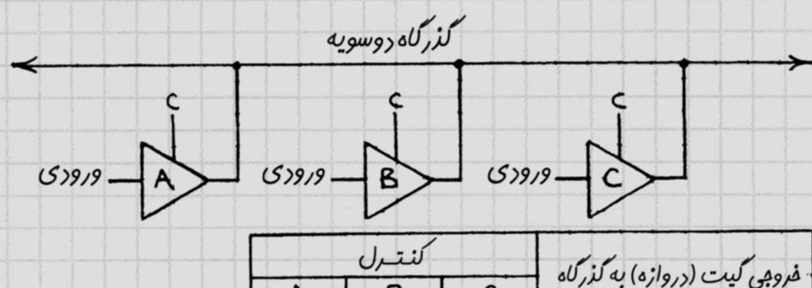
(C)	A	خروجی
(L)	L	L
(L)	H	H
(H)	(X)	(HI-Z)

معکوس‌کننده [3] (معکوس‌کننده ۳ وضعیتی)



(C)	A	خروجی
(L)	L	H
(L)	H	L
(H)	(X)	(HI-Z)

گذرگاه [4] سه وضعیتی



کنترل			خروجی گیت (دروازه) به گذرگاه
A	B	C	
L	H	H	A
H	L	H	B
H	H	L	C
H	H	H	هیچکدام

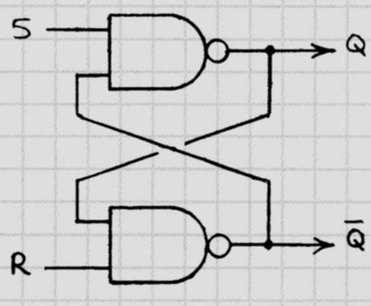
رایانه‌ها معمولاً یک گذرگاه ۳ وضعیتی دارند.

---

1 exclusive NOR
2 Buffer
3 inverter
4 BUS

◆ از مجموعه‌ی کتابچه‌های مهندسان

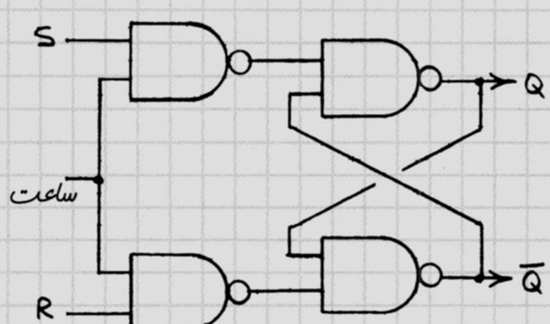
فلیپ فلاپ RS (چفت (لچ))



S	R	Q	Q̄
L	L	(غیرمجاز)	
L	H	H	L
H	L	L	H
H	H	بدون تغییر	

Q̄ = NOT Q

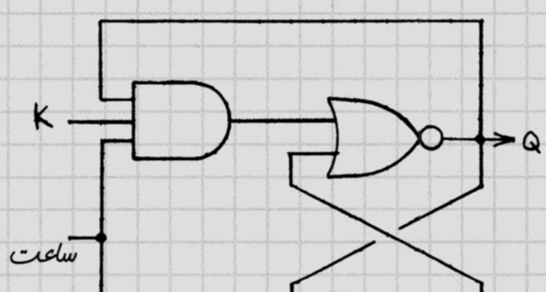
فلیپ فلاپ RS ساعتدار



بعد از رسیدن پالس ساعت:

S	R	Q	Q̄
L	L	بدون تغییر	
L	H	L	H
H	L	H	L
H	H	(غیرمجاز)	

فلیپ فلاپ JK



بعد از رسیدن پالس ساعت:

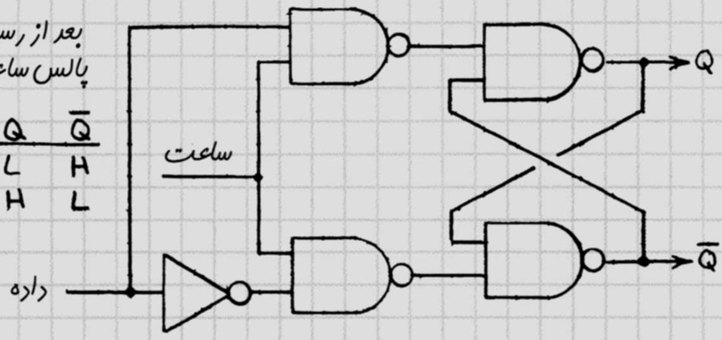
J	K	Q	Q̄
L	L	بدون تغییر	
L	H	L	H
H	L	H	L
H	H	تغییر وضعیت *	

* قسمت بعد را مشاهده کنید.

فلیپ فلاپ D (داده یا تأخیر [1])

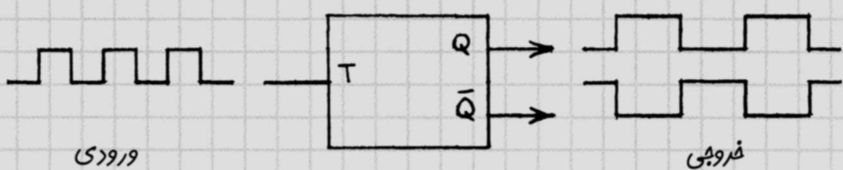
بعد از رسیدن پالس ساعت:

D	Q	$\bar{Q}$
L	L	H
H	H	L

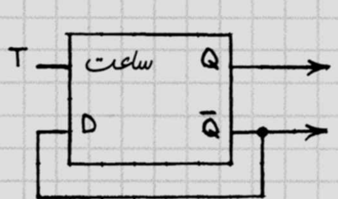


فلیپ فلاپ T [2] (تغییر وضعیت)

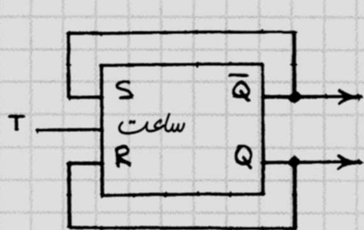
خروجی Q (یا $\bar{Q}$) برای هر پالس ورودی دیگر L (یا H) است. بنابراین خروجی برابر است با ورودی ÷ ۲:



از زنجیره‌هایی از فلیپ فلاپ‌ها برای ساختن شمارش‌گرهای دودویی استفاده می‌شود. هنگامی که هر دو ورودی‌های J و K بالا (High) بوده و پالس‌های ورودی در ورودی ساعت به کار گرفته شوند، فلیپ فلاپ JK (که پیشتر اشاره شد) به منزله‌ی یک فلیپ فلاپ T عمل می‌کند. دیگر فلیپ فلاپ‌های T به صورت زیر هستند:



فلیپ فلاپ D



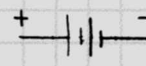
فلیپ فلاپ RS

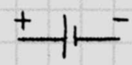
1 Data or Delay
2 Toggle

۸. منابع تغذیه

باتریها

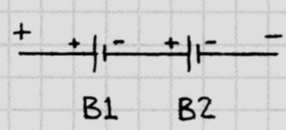
نشانه‌ها

چند باتری :


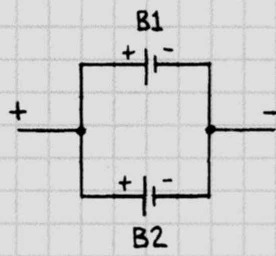
تک باتری:


اتصالات

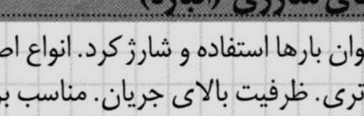
ولتاژ کل برابر با مجموع ولتاژ هر باتری می‌باشد.

سِری:


ظرفیت جریان کل برابر با مجموع ظرفیت هر باتری است. باتری‌ها باید ظرفیت یکسان داشته باشند.

موازی:


برای تأمین توان تقویت‌کننده‌های عملیاتی استفاده کنید.

دوقطبی:


باتری‌های شارژی (انباره)[1]

انباره‌ها یا باتری‌های شارژی را می‌توان بارها استفاده و شارژ کرد. انواع اصلی:

سرب ـ اسید ــ ۲/۰ ولت در هر باتری. ظرفیت بالای جریان. مناسب برای دمای پایین.

نیکل ـ کادمیوم (NICAD) ــ ۱/۲ ولت در هر باتری. هنگامی که تخلیه می‌شود، می‌توان آن را برای مدت طولانی‌تر ذخیره کرد. انواع بسیاری موجود است. منبع انرژی بسیار با صرفه‌ای است.

1 Storage Batteries

باتری‌های معمولی

باتری‌های معمولی قابل شارژ دوباره نیستند. عمده‌ترین‌های آنها در میان بسیاری از انواع موجود زیر قرار دارند:

روی ـ زغالی ــ ۱/۵ ولت در هر باتری. به سهولت قابل دسترسی و قیمت پایین.

روی ـ کلراید ــ ۱/۵ ولت در هر باتری. دوبرابر چگالی انرژیِ روی ـ ذغالی.

قلیایی ــ ۱/۵ ولت در هر باتری. برای وسایل با جریان زیاد (موتورها، لامپ‌ها و غیره) استفاده کنید.

جیوه‌ای ــ ۱/۳۵ و ۱/۴ ولت در هر باتری. ولتاژ یکنواخت هنگام تخلیه.

اکسید نقره ــ ۱/۵ ولت در هر باتری. ولتاژ تقریباً یکنواخت هنگام تخلیه.

لیتیوم ـ منگنز ــ ۳/۰ ولت در هر باتری. عمر ذخیره سازی طولانی قابل توجه. چگالی انرژی بسیار بالا.

اقدامهای احتیاطی در مورد باتری

۱. باتری‌های معمولی را شارژ نکنید.

۲. باتری‌ها ممکن است در صورت گرم شدن منفجر شوند.

۳. سیم‌های رابط را به باتری لحیم نکنید. از گیره یا نگهدارنده‌ی باتری استفاده کنید.

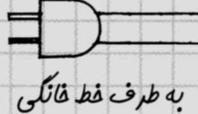
۴. هرگز پایانه‌های یک باتری را اتصال کوتاه نکنید.

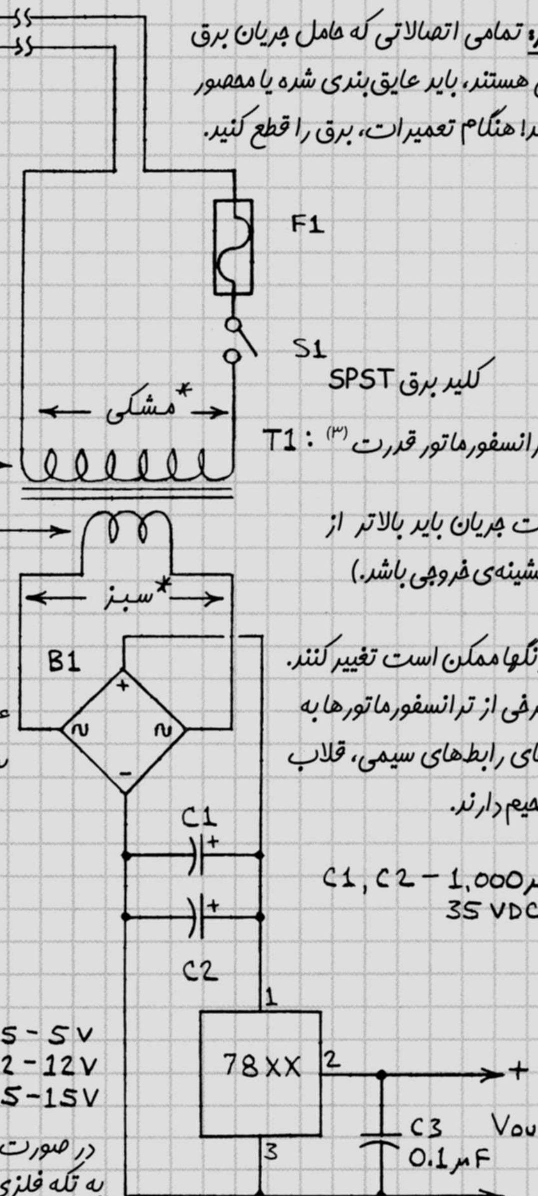
۵. بیشتر باتری‌ها را باید از دستگاه‌های بلااستفاده جدا کرد. باتری‌های شارژی و باتری‌های لیتیومی استثنا هستند.

۶. هنگامی که سیم‌های رابط باتری از حدود ۶ اینچ تجاوز کردند، یک خازن ۰/۱ μF میان سیم‌های رابط در تخته مدار وصل کنید.

منبع تغذیه‌ی برقی[1]

تذکر: تمامی اتصالاتی که حامل جریان برق خطی هستند، باید عایق‌بندی شده یا محصور باشند! هنگام تعمیرات، برق را قطع کنید.



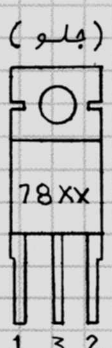


F1: فیوز (طوری انتخاب کنید تا با شدت جریان[2] T1 مطابقت کند.)

(شدت جریان باید بالاتر از بیشینه‌ی خروجی باشد.)

B1: یکسوساز پل[4] ۱ تا ۴ آمپری که برای حداقل ۲ برابر ولتاژ ثانویه‌ی T1 برآورد می‌شود.

*رنگها ممکن است تغییر کنند. برخی از ترانسفورماتورها به جای رابط‌های سیمی، قلاب لحیم دارند.



7805 - 5V
7812 - 12V
7815 - 15V

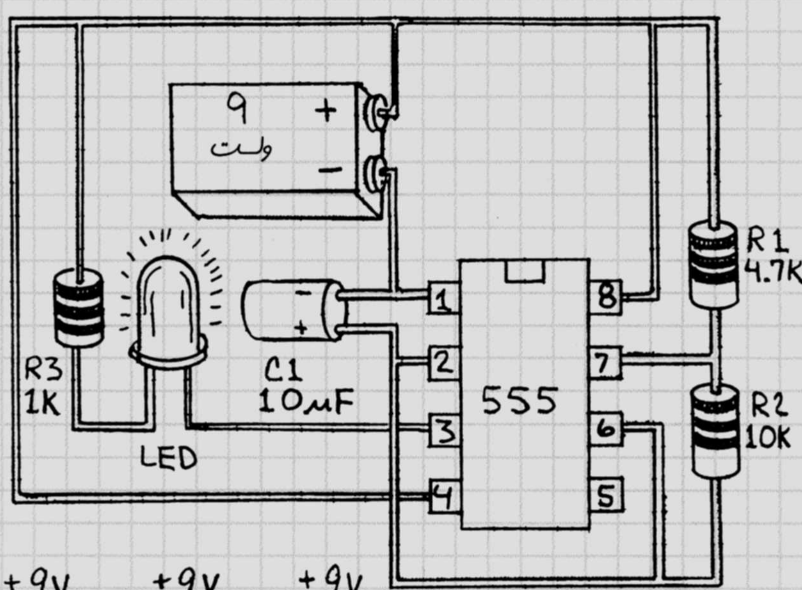
در صورت نیاز به تکه فلزی یک گرماگیر متصل کنید.

1 Line-powered Supply
2 Current Rating
3 Power Transformer
4 Bridge Rectifier

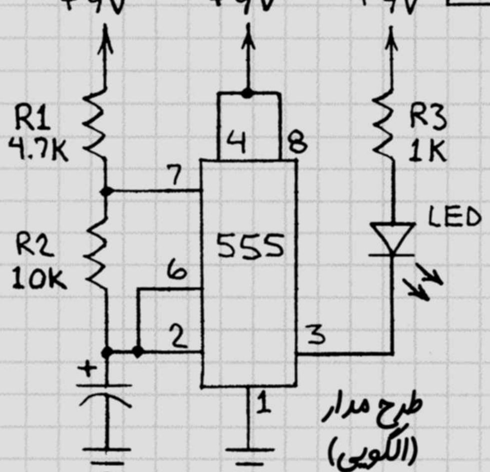
II. نمادهای الگویی، بسته‌های قطعات و وسایل الکترونیکی[۱]، طراحی و آزمایش

دیدکلی

این بخش، قطعه‌های الکترونیکی و مدارها را در برمی‌گیرد.



نمای تصویری



طرح مدار (الگویی)

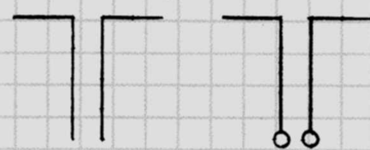
این دو نما از یک مدار ـ یک چشمک‌زنِ دیود نورافشان (LED) ـ نمادهای مدار، شکل ظاهری بسته‌های قطعات و طرح مدار را به تصویر می‌کشند.

1 Device Packages

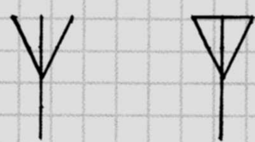
۱. نمادهای الگویی

آنتن‌ها

دوقطبی[۱]



بیرونی



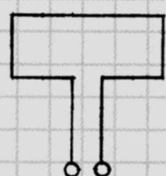
پاپیونی[۲] UHF



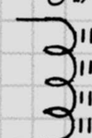
حلقوی UHF



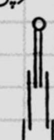
آنتن دوقطبی تاشده



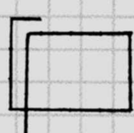
با هسته فریتی[۳]



تلسکوپی



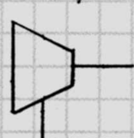
حلقوی[۴]



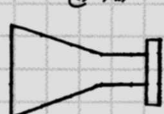
حلقوی گردان



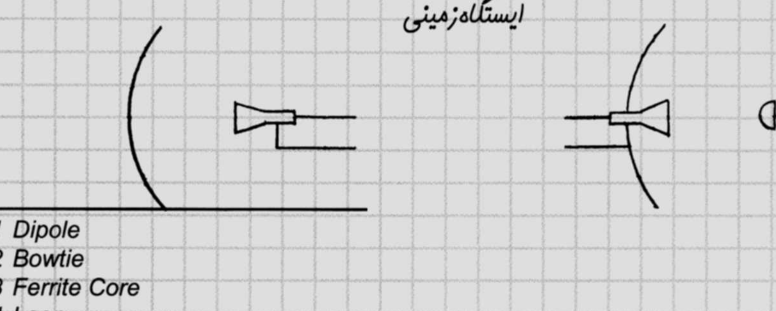
شیپوری[۵]



ریزموج[۶]



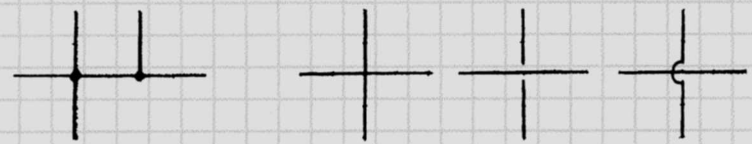
ایستگاه زمینی



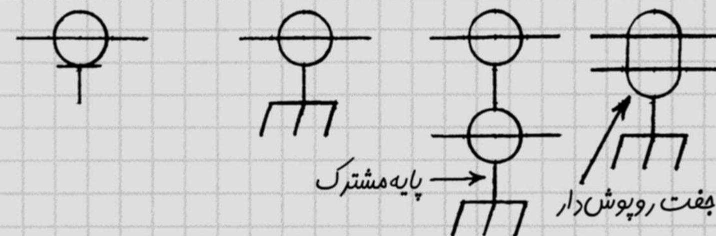
1 Dipole
2 Bowtie
3 Ferrite Core
4 Loop
5 Horn
6 Microwave

سیم

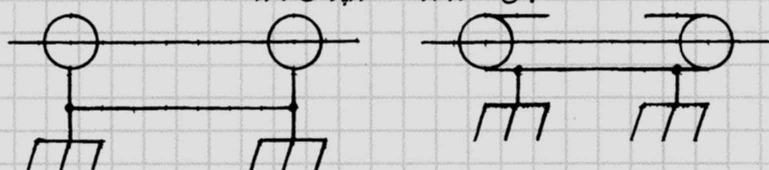
جدا از هم — متصل



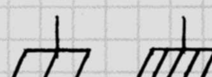
سیم روپوش‌دار و کابل هم‌محور



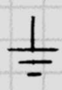
کابلی که در دو نقطه روپوش دارد



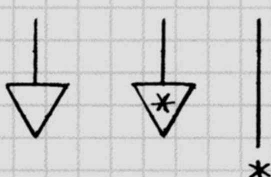
اتصال به شاسی



اتصال به زمین



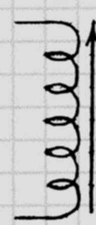
نقطه‌های پیوند مشترک



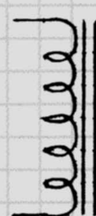
* برای دو نقطه‌ی پیوند مشترک یا بیشتر در یک مدار استفاده کرده و شماره‌ی پیوند مشترک مربوط را وارد کنید.

القاگرها[1]

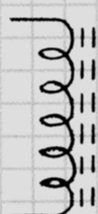
هسته‌متغیر



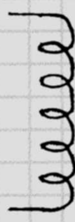
هسته آهنی



هسته آهنی پودری[2]

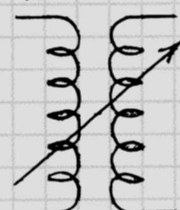


بی‌هسته

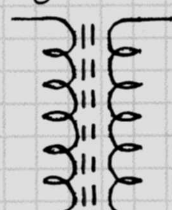


ترانسفورماتورها

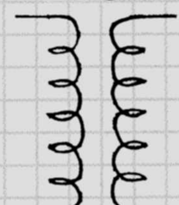
هسته‌متغیر



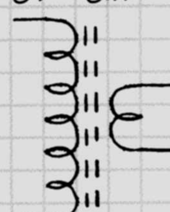
هسته آهنی



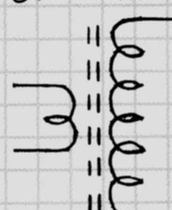
بی‌هسته



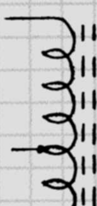
خروجی معمولی



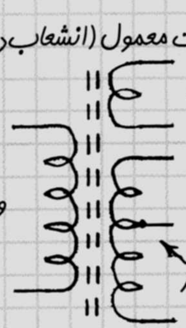
ورودی معمولی



خودکار (اتو)



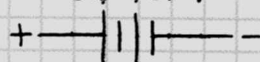
ترانسفورماتور قدرت معمول (انشعاب‌دار یا با میانسر)



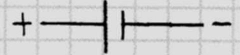
1 Inductor
2 Powdered Iron Core

منابع تغذیه

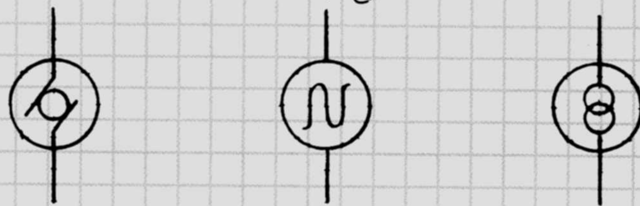
باتری چند پیل



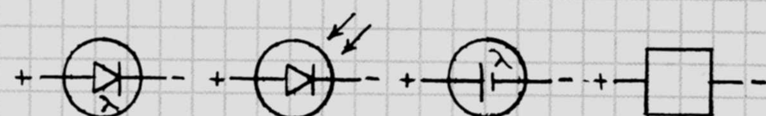
تک پیل



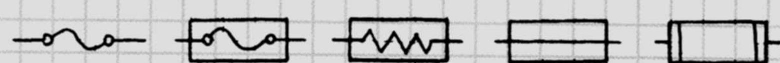
منابع جریان AC



سلول‌های خورشیدی



فیوزها

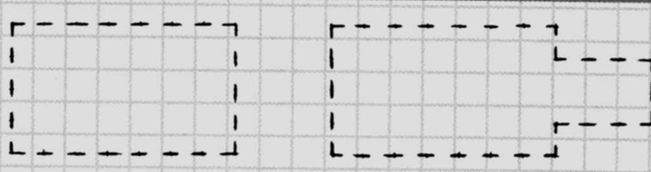


روکش



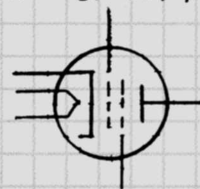
توجه: خط چین(ها) برای نشان دادن اتصالات مکانیکی هم استفاده می‌شوند.

محفظه روکش‌دار یا محافظت‌شده

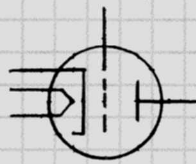


لامپ‌های الکترونی

لامپ چهار قطبی[1] (تترود)



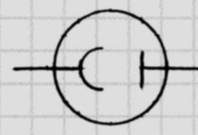
لامپ سه قطبی (تریود)



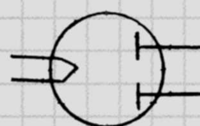
لامپ دو قطبی (دیود)



لامپ نور ابرقی[2]



یکسوساز تمام موج

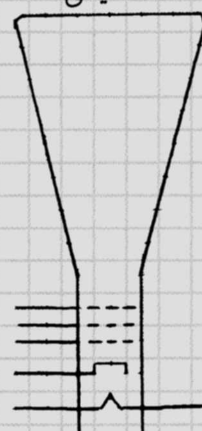


یکسوساز گازی

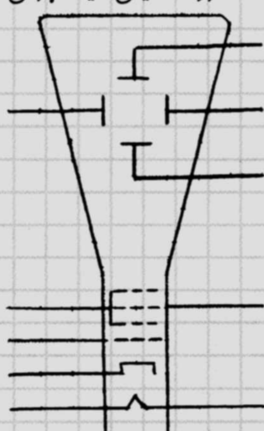


لامپ پرتوکاتدی

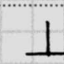
مغناطیسی



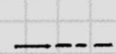
الکترواستاتیکی (ایستابرقی)



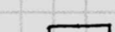
المان‌های لامپ



صفحه (آند[3])



شبکه



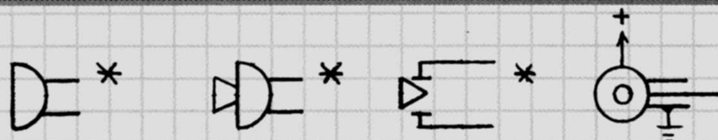
کاتد



فیلامان
(رشته‌ی فروزان)

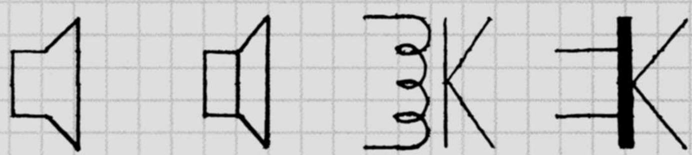
1 Tetrode
2 Photo tube
3 Plate

میکروفون‌ها

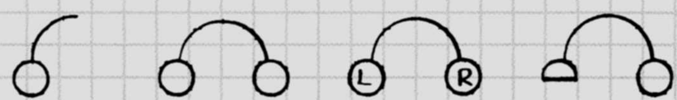


* نوع را مشخص کنید (سرامیک، دینامیک، بلوری و غیره)

بلندگوها و گوشی‌ها(1)

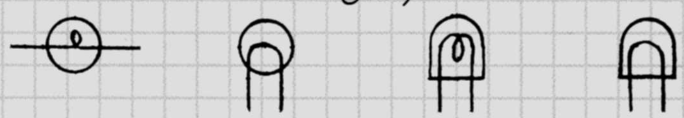


گوشی تلفن(2) | استریو | دوتایی | تکی

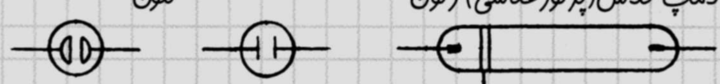


لامپ‌ها

رشته‌ای

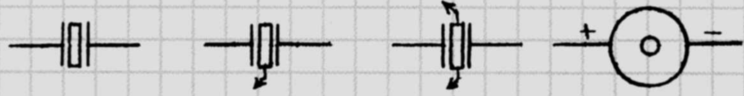


لامپ فلاش (پرنور عکاسی) زنون | نئون



قطعات پیزوالکتریک

زنگ (بازر) | فشنگ‌های آوانگار(3) یا فونوکار تریج استریو | تکی | کنترل بسامد



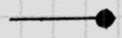
1 Headsets
2 Handset
3 Phono Cartridges

اتصال دهنده‌ها[1]

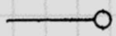
TP1



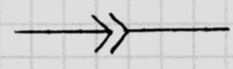
نقطه‌ی آزمایش



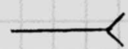
پایانه (ترمینال)



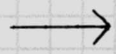
وصل شده



مادگی



نری



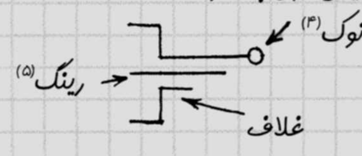
فیش مادگی فونو (آوایی)/ هم‌محور[2]



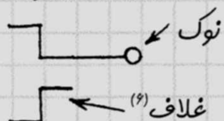
فیش نری فونو (آوایی)/ هم‌محور[3]



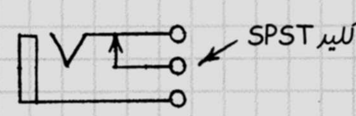
فیش نری با ۳ رسانا

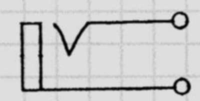


فیش نری با ۲ رسانا

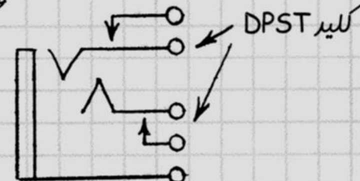


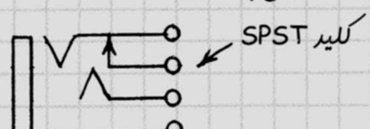
فیش‌های مادگی با ۲ رسانا





فیش‌های مادگی با ۳ رسانا

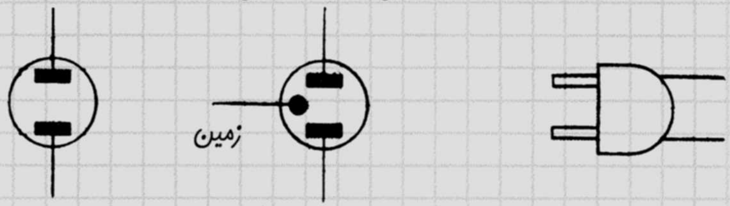




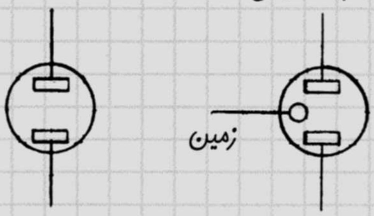
---

1 Connectors
2 Phono/coaxial Jack
3 Phono/coaxial Plug
4 Tip
5 Ring
6 Sleeve

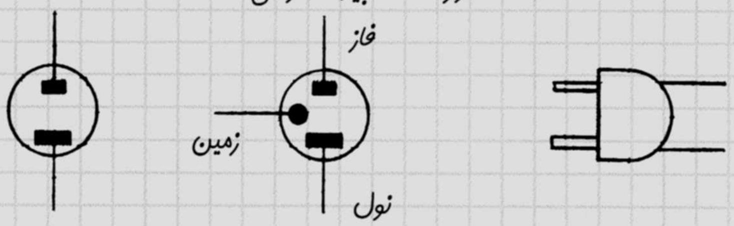
دوشاخه بی قطب ۱۱۷ ولتی



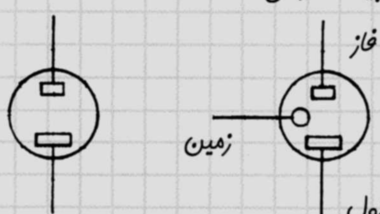
پریز بی قطب ۱۱۷ ولتی



دوشاخه قطبیده ۱۱۷ ولتی



پریز قطبیده ۱۱۷ ولتی



پریز ۲۳۴ ولتی

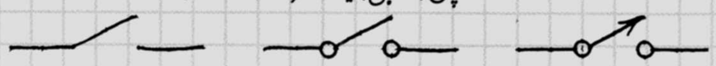


دوشاخه ۲۳۴ ولتی

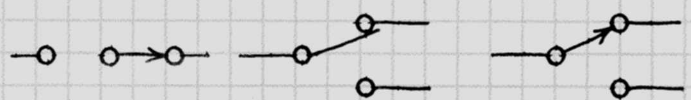


کلیدها

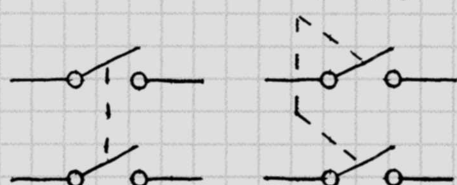
تک پل (قطبی) یک طرفه (SPST)



تک پل (قطبی) دو طرفه (SPDT)

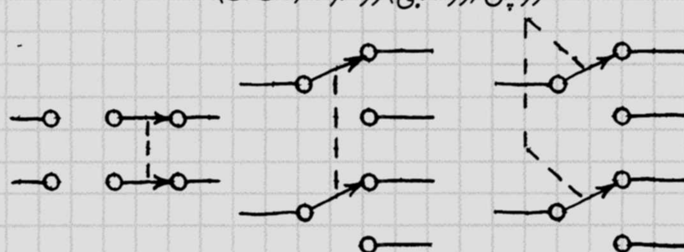


دو پل (دو قطبی) یک طرفه (DPST)

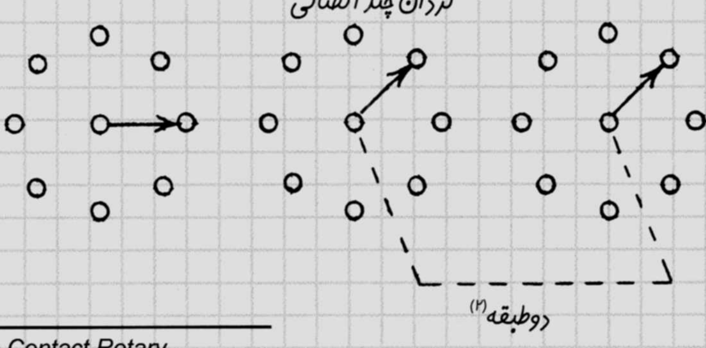


از خط چین برای اتصال دو نیمه‌ی یک کلید که در یک نمودار مدار جدا شده‌اند، استفاده کنید.

دو پل (دوقطبی) دو طرفه (DPDT)



گردان چند اتصالی[1]



1 Multiple Contact Rotary
2 Deck

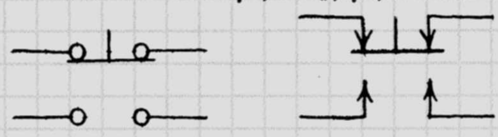
دکمه فشاری SPST معمولاً باز



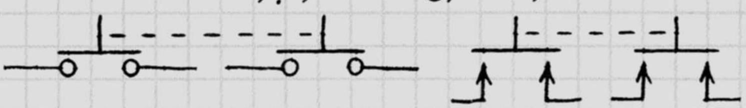
دکمه فشاری SPST معمولاً بسته



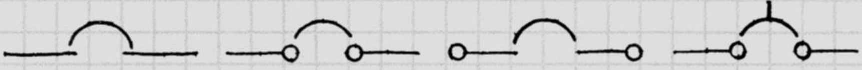
دکمه فشاری SPDT معمولاً باز یا معمولاً بسته



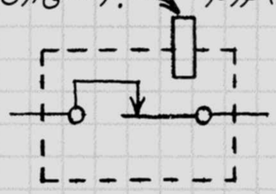
دکمه فشاری DPST معمولاً باز

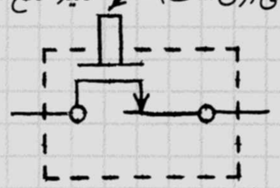


کلید قطع مدار یا مدارشکن دستی

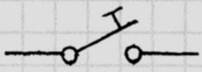


بازنشانی (ری‌ست) کلید قطع مدار (مدارشکن) خودکار بازنشانی (ری‌ست)

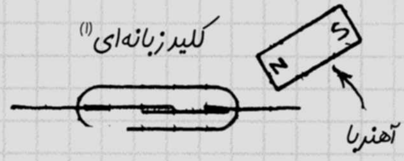




دکمه‌ی مورس



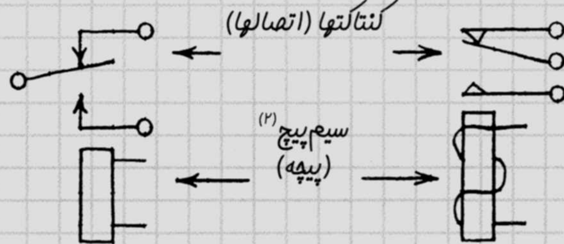
کلید زبانه‌ای[1]



1 Reed Switch

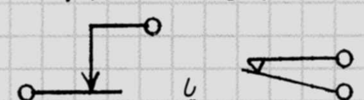
رله‌ها[1]

نشانه‌های کامل رله

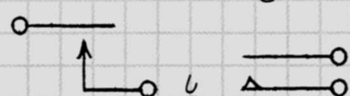


متداولترین کنتاکت‌های رله

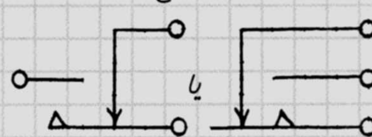
وصل (SPST معمولاً بسته)



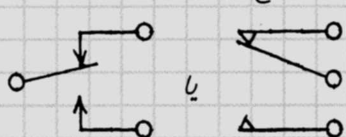
قطع (SPST معمولاً باز)



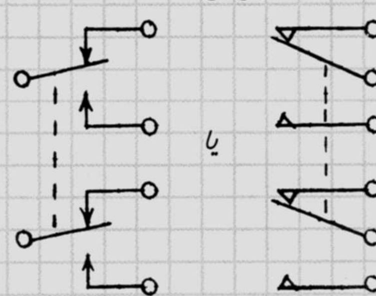
وصل ـ قطع (SPDT)



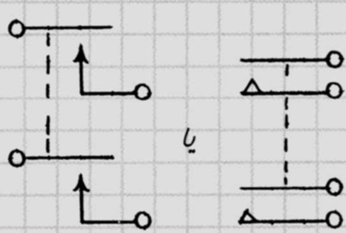
قطع ـ وصل (SPDT)



DPDT

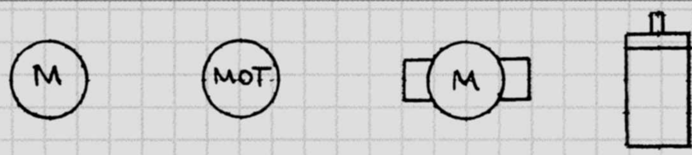


DPST

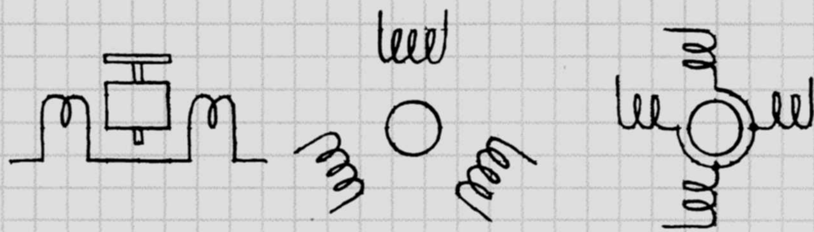


1 Relays
2 Coil

موتورها



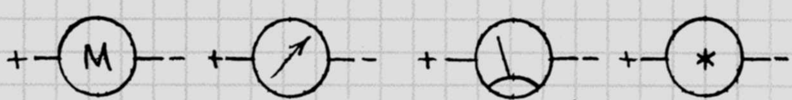
فونو موتور (موتور آوایی)[1]   ۳ فاز   ۴ فاز



سیملوله[2]

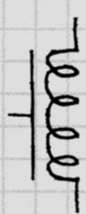


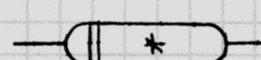
وسیله‌های سنجش[3]



* نام‌گذاری مناسب را درج کنید (V= ولت سنج؛ A= آمپرسنج؛ mA= میلی آمپرسنج؛ و غیره)

خط تأخیر



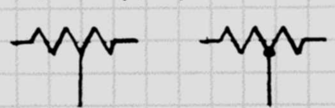
ورودی  خروجی

* زمان تأخیر را درج کنید.

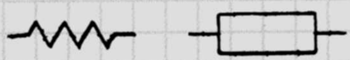
1 Phono Motor
2 Solenoid (سیم‌پیچ استوانه‌ای)
3 Meters

مقاومت‌ها

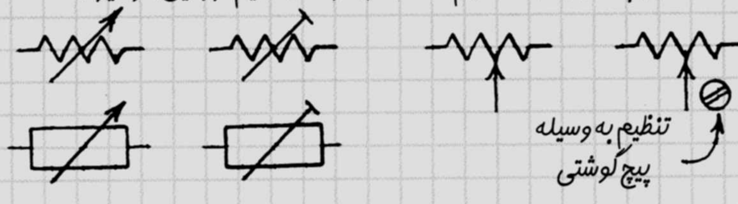
انشعاب دار (با میان‌سر)



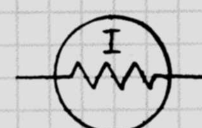
ثابت



متغیر (پتانسیومترها، تنظیم کننده یا تریمرها[1] (تنظیم‌گر دقیق)، و غیره)



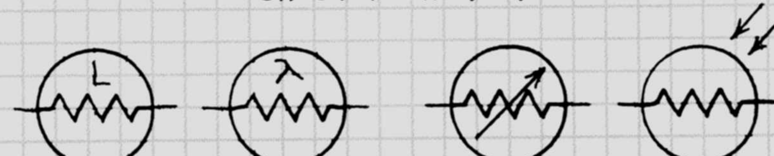
وابسته به جریان



وابسته به ولتاژ



وابسته به نور (مقاومتهای نوری)



وابسته به دما (ترمیستورها (مقاومت های گرمایی))



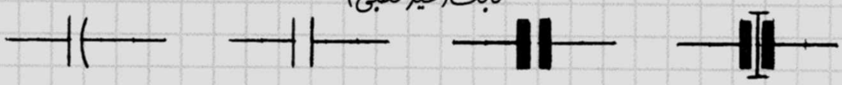
با ضریب دمایی مثبت

با ضریب دمایی منفی

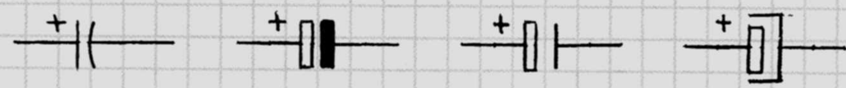
1 Trimmer

خازن‌ها

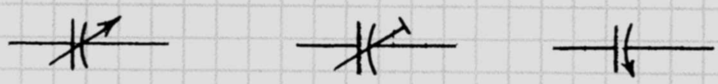
ثابت(غیر قطبی)



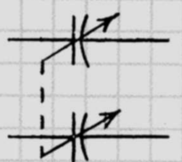
ثابت (قطبیده)



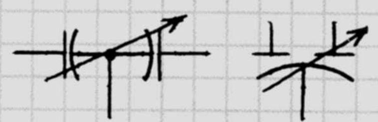
متغیر



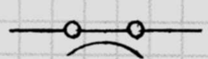
متغیر گروهی[۲]



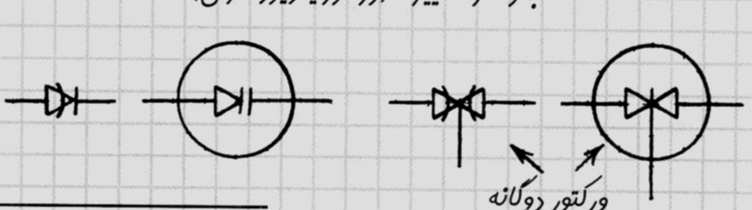
[خازن] با استاتور دو تکه[۱]



[خازن] تو گذر (فیدترو)[۳]

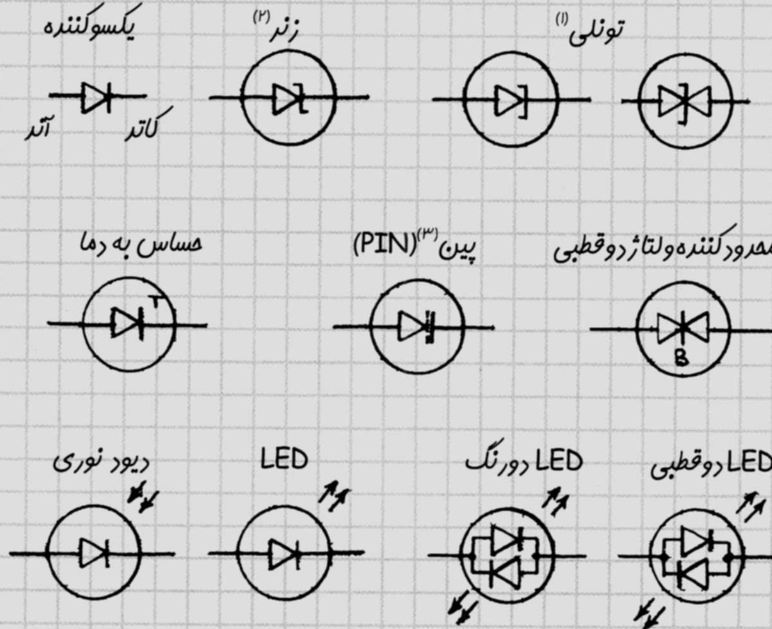


با ولتاژ متغیر[۴] (ورکتور یا دیود خازنی)

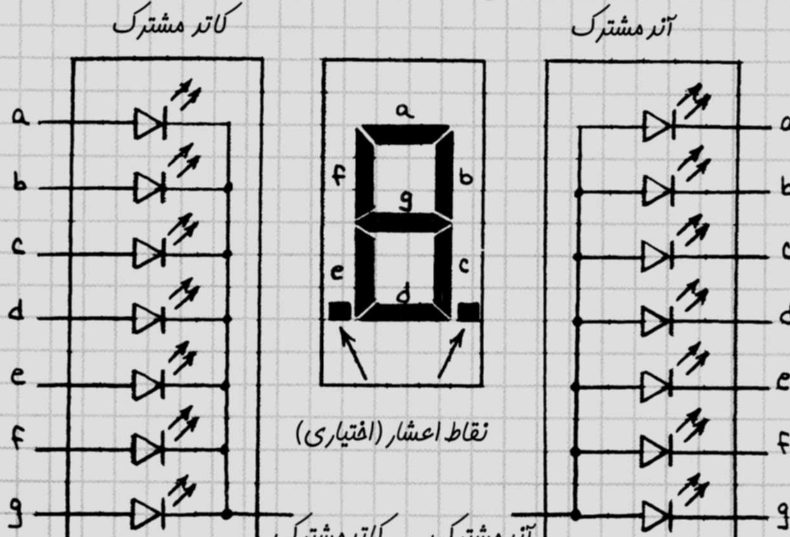


1 Split Stator
2 Ganged Variable
3 Feed Through
4 Voltage Variable (Varactor)

دیودها



بازخوانی اعداد با LED ۷ بخشی[4]

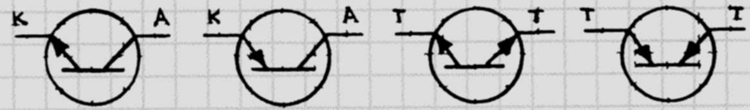


---

1 Tunnel
2 Zener
3 PIN (positive-instrict-negative)
4 Seven Segment

کلیدهای سه‌لایه (دیاک‌ها[1])

دوسویه — PNP — NPN



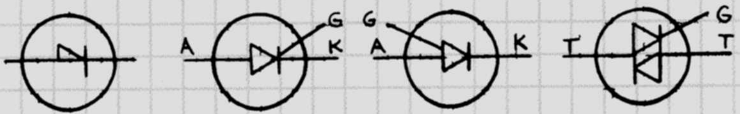
کلیدهای ۴ لایه

تریاک[2] (تریستور دوراهه)

تریستورها[3] (SCRها) (یکسوساز سیلیکونی فرمانپذیر)

گیت N — گیت P

دیود ۴لایه



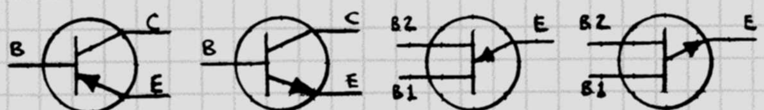
ترانزیستورها

یونی جانکشن (با یک پیوندگاه)

کانال P — کانال N

دوقطبی

NPN — PNP

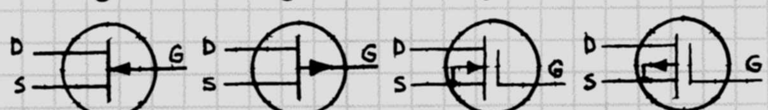


MOSFETها

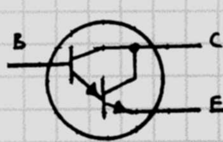
کانال P — کانال N

FETهای پیوندگاه

کانال P — کانال N

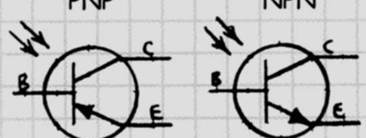


دارلینگتون[4]



ترانزیستورهای نوری

NPN — PNP

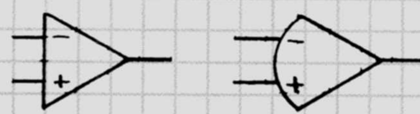


---

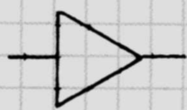
1 (DIACs) Diode alternating- current switch (کلید جریان متناوب دیودی)
2 TRIAC
3 Thyristors
4 Darlington

مدارهای آنالوگ

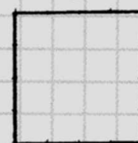
تقویت‌کننده‌های عملیاتی



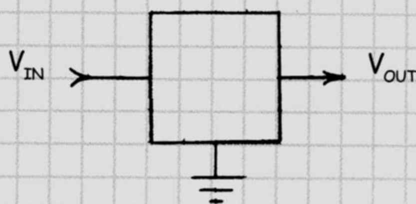
تقویت‌کننده



زمان‌سنج‌ها و غیره

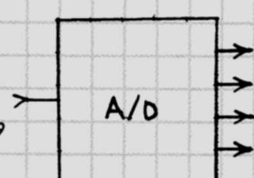


رگولاتور (تنظیم‌کننده) ولتاژ

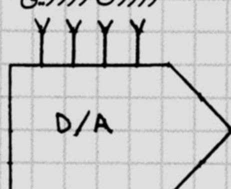


مدارهای مبدل

آنالوگ - به - دیجیتال (A/D)

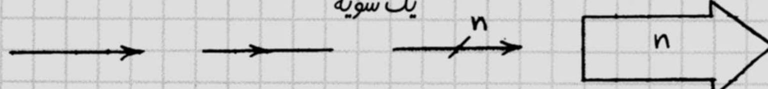


دیجیتال - به - آنالوگ (D/A)

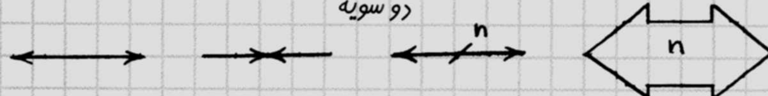


گذرگاه‌های داده‌های دیجیتال

یک سویه



دو سویه

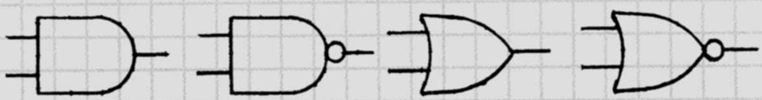


n = تعداد رساناها

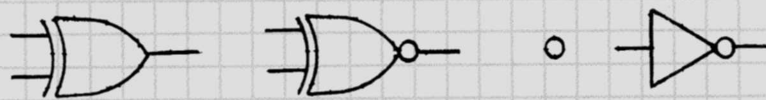
مدارهای دیجیتال

گیت‌های (دروازه‌های) منطقی

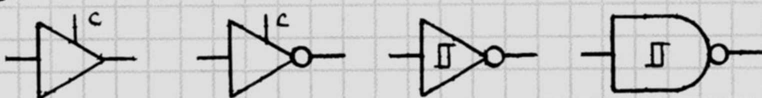
نُور[1] | اُر | نَند | اَند



معکوس‌کننده‌ها[2] | نُور انحصاری | اُر انحصاری



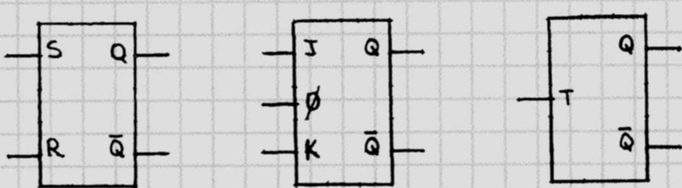
اشمیت تریگرها[3] | بافرهای (میانگیرهای) سه وضعیتی



c=کنترل

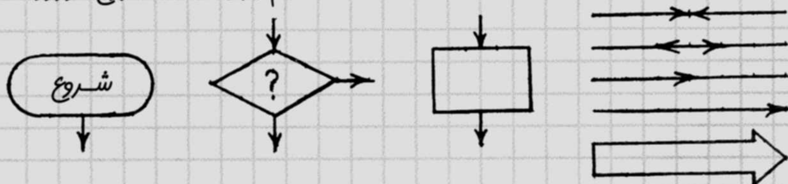
فلیپ فلاپ‌ها

T | JK | SR



نمادهای نمودار گردشی (فلوچارت) رایانه

گردش | عملیات | تصمیم‌گیری | شروع / ورود

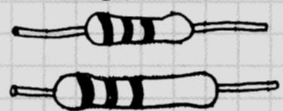


1 And, Nand, or, nor
2 Inverters
3 Schmitt Triggers

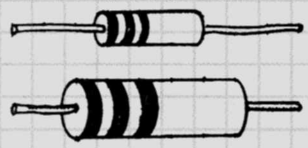
۲. شکل ظاهری قطعات و وسایل الکترونیکی

مقاومت‌ها

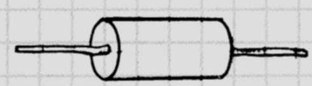
لایه‌ی کربنی



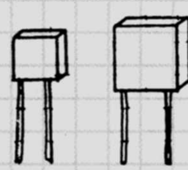
ترکیب کربنی



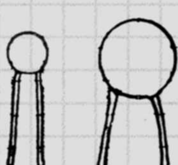
خازن‌ها



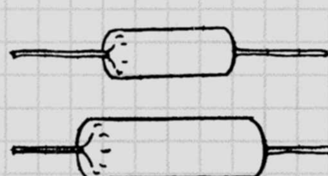
سرامیکی چندلایه



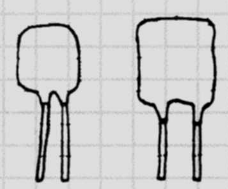
قالبی



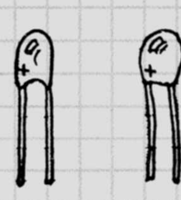
صفحه سرامیکی (عدسی)



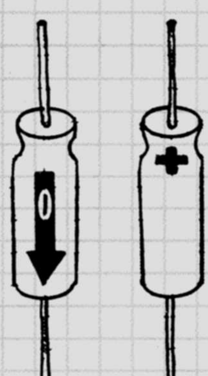
سرامیک چندلایه



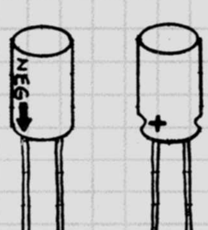
به صورت همسان روکش‌شده



تانتال فرورفته[1] (روکش‌شده)



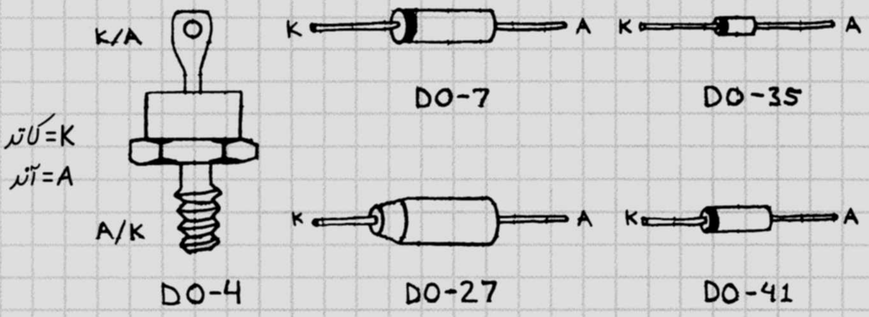
اکسیال (محوری)



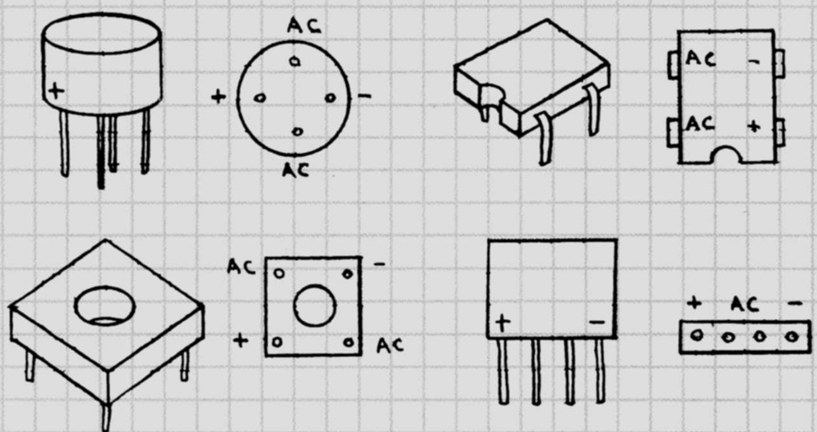
الکترولیتی

1 Dipped Tantalum

دیودها

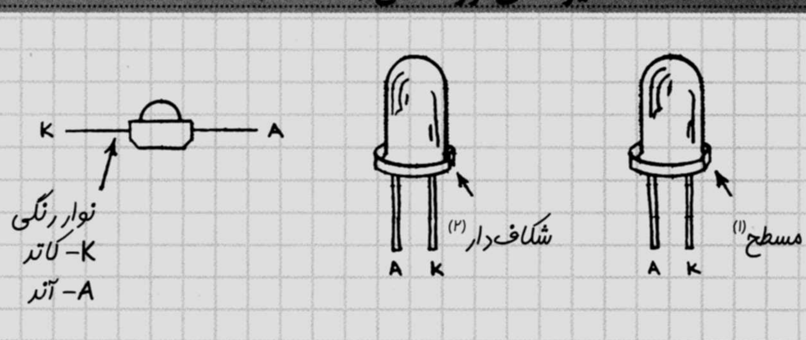


یکسوسازهای پل



توجه. همیشه برای شناسایی پین به مشخصات قطعه رجوع کنید.

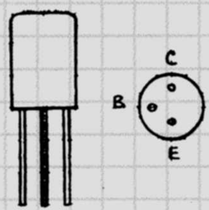
دیودهای نورافشان (LEDها)



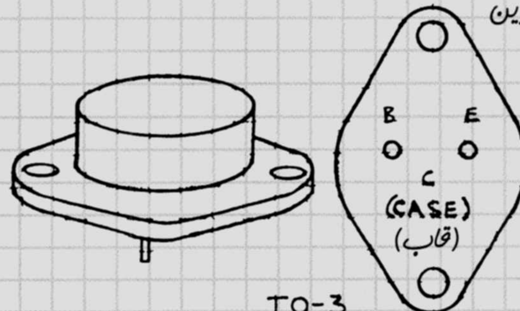
1 Flat
2 Notch

ترانزیستورها

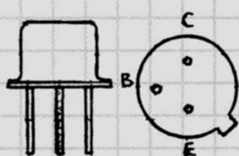
نمای زیرین



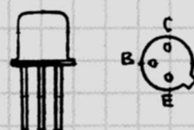
TO-1



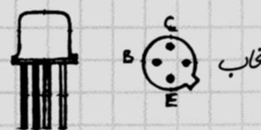
TO-3



TO-5



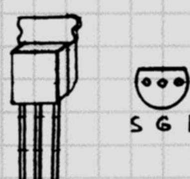
TO-18



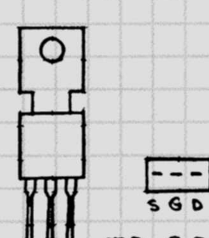
TO-72



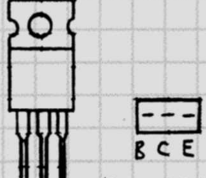
TO-92



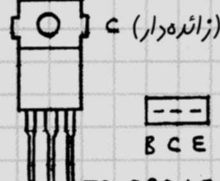
TO-92+



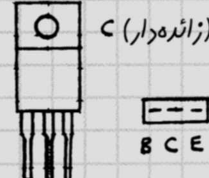
TO-202



TO-220



TO-220AB-1



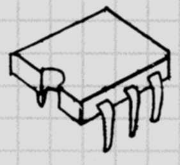
TO-220AB-2

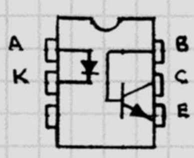
C ـ کُلکتور
B ـ بیس
E ـ اَمیتر
S ـ سُورس
G ـ گیت
D ـ دِرین

توجه. طرح قاب‌ها تغییر می‌کند و انواع گوناگونی رایج هستند. همیشه برای شناسایی پین به مشخصات قطعه رجوع کنید.

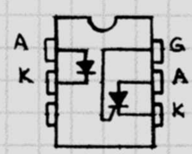
جفتگرهای نوری (اپتوکوپلرها)[1]

نمای بالایی

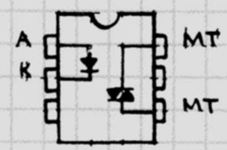




ترانزیستوری



SCRدار

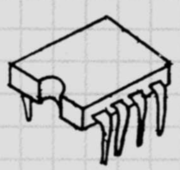


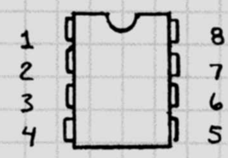
تِریاک‌دار

مدارهای مجتمع

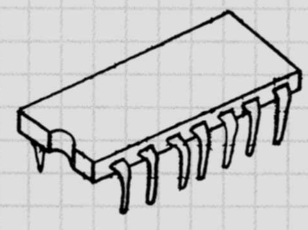
نمای بالایی

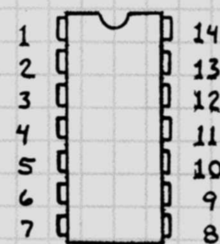
دیپ[2] کوچک
با ۸ پین





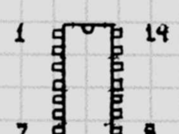
دیپ
با ۱۴ پین



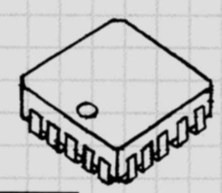


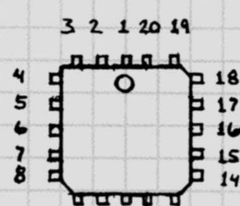
طرح کوچک (SO-14)
با ۱۴ پین





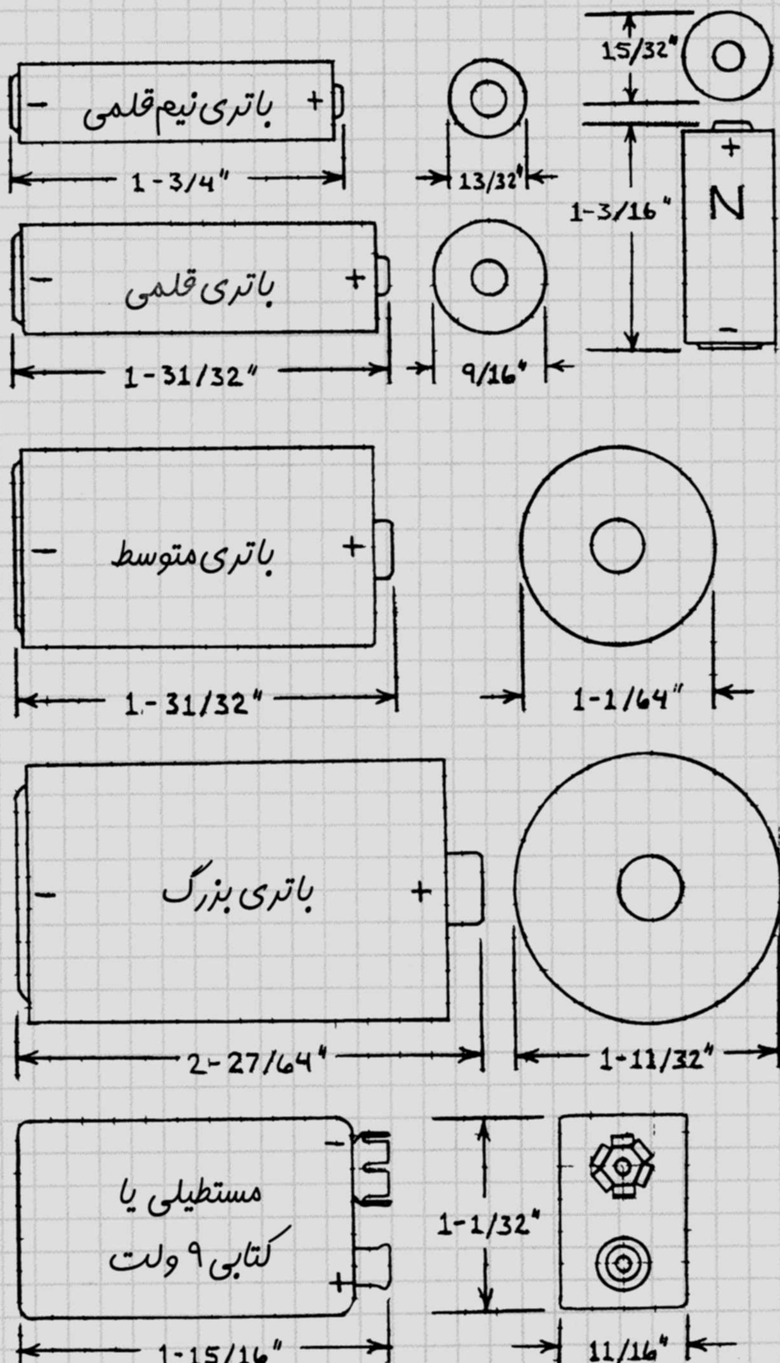
حامل تراشه‌ی سربدار
پلاستیکی[3] (PLCC)

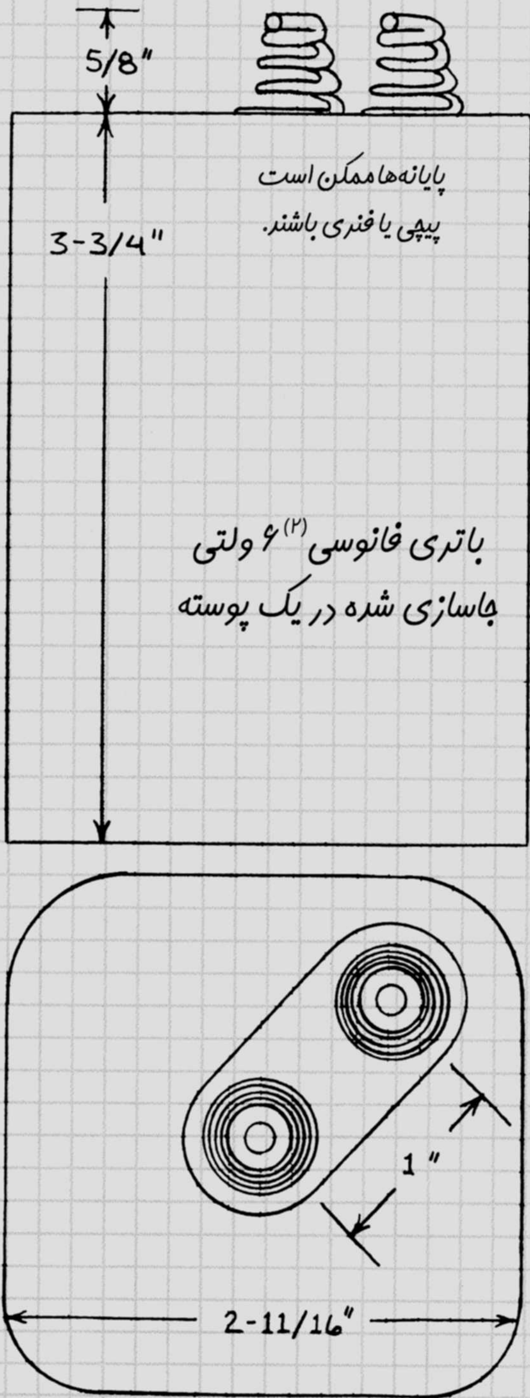




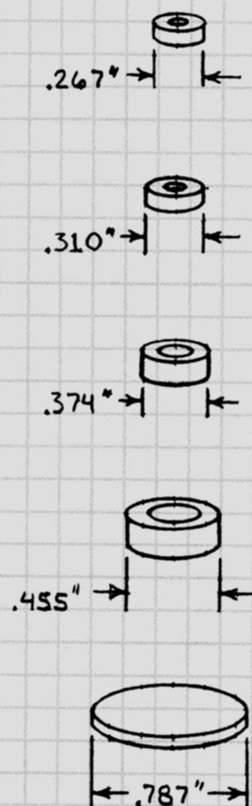
1 Optocouplers
2 DIP (dual in-line package)
3 Plastic Leaded Chip Carrier

باتری‌ها


باتری نیم قلمی
1 - 3/4"
13/32"
15/32"
1-3/16"
N
باتری قلمی
1 - 31/32"
9/16"
باتری متوسط
1 - 31/32"
1-1/64"
باتری بزرگ
2- 27/64"
1-11/32"
مستطیلی یا
کتابی ۹ ولت
1-15/16"
1-1/32"
11/16"



* باتری‌های دکمه‌ای و سکه‌ای[۱] متداول (ضخامت باتری بسته به نوع و ترکیب شیمیایی اش تغییر می‌کند):



1 Coin and Button Cells
2 Lantern Battery

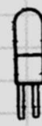
لامپ‌ها

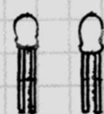

T-3/4
ریز لبه‌دار کوچک[1]


T-3/4
دو پین


T-3/4
سیمی


T-1
زیر لبه‌دار
کوچک


T-1
دوپین

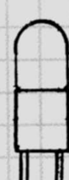

T-1
سیمی


T-1-1/4
لبه‌دار
کوچک

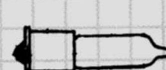

T-1-1/4
دو پین

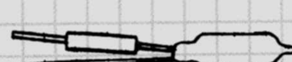

T-1-1/4
سیمی

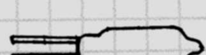

T-1-3/4
لبه‌دار کوچک


T-1-3/4
دوپین

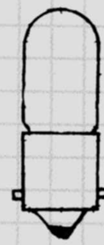

T-1-3/4
سیمی


NE-2
لبه‌دار


NE-2 سیمی با
مقاومت


NE-2
سیمی

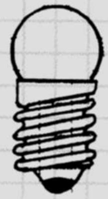
1 Flange

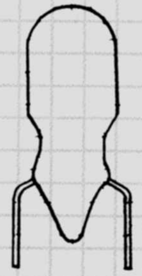

T-3-1/4
خاردار


T-3-1/4
پیچی


T-3-1/4
سیمی

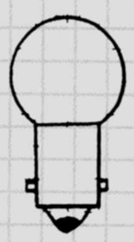

G-3-1/2
خاردار

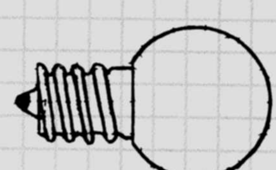

G-3-1/2
پیچی

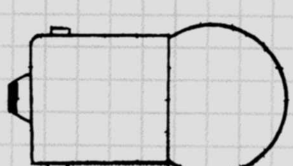

G-3-1/2
سیمی


G-4-1/2
لبه‌دار


G-4-1/2
پیچی


G-4-1/2
خاردار


G-6 پیچی


G-6 خاردار

◆ از مجموعه‌ی کتابچه‌های مهندسان



S-8
خاردار
دو اتصالی (دو کنتاکت)



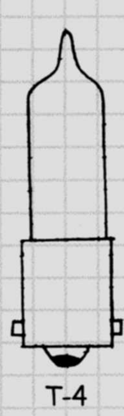
S-8
خاردار
تک اتصالی (تک کنتاکت)



پیچی
مخصوص با
نور متمرکز

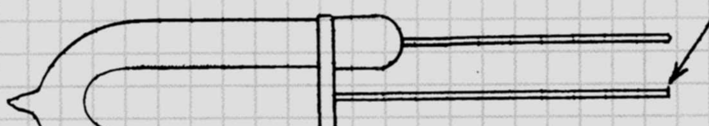


TL-3
پیچی با نور
متمرکز



T-4
هالوژنی

احتیاط: حباب ممکن است بشکند؛ اقدامات احتیاطی ایمنی روی بسته‌بندی را ملاحظه کنید.

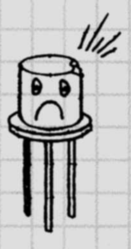


لامپ فلاش زنون

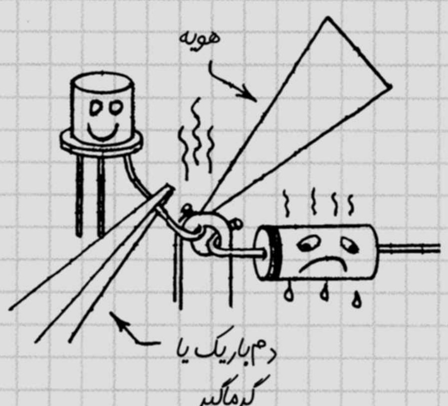
1 Trigger electrode

۳. کارکردن با قطعات

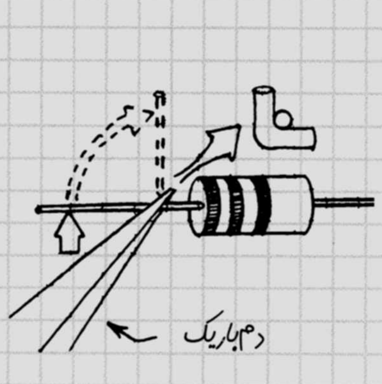
۱. قطعات و اجزاء را در دمای اتاق، در جای خشک، بدون گرد و غبار، و ترجیحاً در بسته‌بندی اصلی نگهداری کنید.



۲. از انداختن قطعات اجتناب کنید. افتادن روی زمین، حتی کوچکترین قطعه را در معرض نیرویی چندین برابر نیروی جاذبه قرار می دهد. قطعه‌ای که افتاده است شاید در ظاهر صدمه ندیده باشد، اما نیروی برخورد ممکن است اتصالات داخلی را جدا کند و تَرَک‌های ریزی را در بخش‌های کارکردی قطعه یا پوشش یا روکش آن به وجود آورد. تَرَک‌های به وجود آمده در بخش کارکردی قطعه ممکن است آن را غیرقابل استفاده کند، ویژگی‌هایش را تغییر داده، یا کارایی‌اش را تنزل دهد. تَرَک‌های ایجاد شده روی روکش، قطعه را تضعیف می‌کنند و سبب نفوذ رطوبت می‌شوند.



۳. هنگام لحیم کردن یا ذوب کردن لحیم از گرم کردن بیش از اندازه‌ی قطعات اجتناب کنید. از قطعات حساس به گرما به وسیله‌ی یک گرماگیرِ لحیم یا دم‌باریک حفاظت کنید. بعد از لحیم کردن، با دمیدن هوا، این قطعات - اما نه اتصال - را خنک کنید.



۴. برای خم کردن سیم رابطِ قطعه، با یک دم‌باریک نزدیکِ قطعه را بگیرید و سپس سیم را با یک انگشت خم کنید. شعاع خمیدگی باید از قطر سیمِ رابط بیشتر باشد. خم کردن سیمها بدون استفاده از دم باریک ممکن است ترکهایی را میان سیم رابط و قطعه ایجاد کند.

تخلیه‌ی الکترواستاتیکی

واضح است که قطعات MOS (نیمه‌رسانای اکسید فلز) با تخلیه الکترواستاتیکی (ESD) می‌توانند صدمه ببینند. چیزی که معمولا مورد توجه قرار نمی‌گیرد این است که بسیاری از قطعات دیگر نیز می‌توانند توسط ESD آسیب ببینند. گاهی قطعاتی که در معرض صدمه توسط ESD قرار دارند با برچسب هشدار علامت گذاری می‌شوند...



... اما اغلب این گونه نیست. بنابراین مهم است بدانیم که کدام نوع از قطعات در معرض صدمه احتمالی توسط ESD قرار دارند.

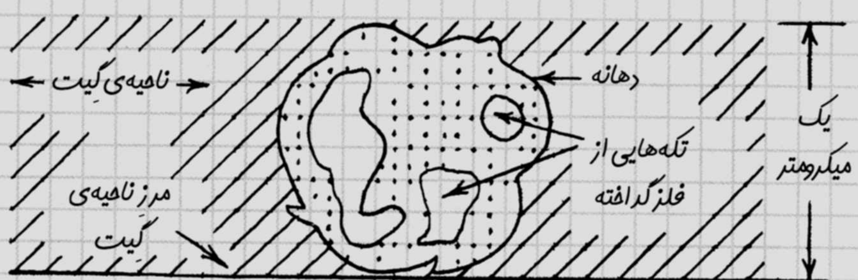
آستانه‌ی صدمه دیدن برخی قطعات توسط ESD:

به شدت آسیب‌پذیر (۱ تا ۱۰۰۰ ولت)	نسبتاً آسیب‌پذیر (۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ ولت)	مختصری آسیب‌پذیر (۵۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ ولت)
ترانزیستورهای MOS ICهای MOS ترانزیستورهای ریزموج FETهای نوع پیوندی دیود لیزری مقاومت‌های با لایه فلزی	ICهای CMOS ICهای TTL LS ICهای شاتکی TTL دیودهای شاتکی ICهای خطی	ICهای TTL ترانزیستورها و دیودها با سیگنال‌های ناچیز بلورها یا کریستال‌های پیزوالکتریک
این فهرست تنها بخشی از تمام قطعات است. اگر شبهه‌ای وجود داشت، قطعات مشکوک را به منزله‌ی حساس به ESD تلقی کنید.		

ولتاژ ESD معمول که توسط مواد گوناگون تولید می‌شود (۷۵°F، ۶۰٪ رطوبت نسبی):

جسم	عمل	ولتاژ
شانه‌ پلاستیکی	شانه‌کردن موهای خشک	-۲۵۰۰
صندلی میز تحریر	کشیدن روی کف پوش پلاستیکی	-۲۰۰۰
کیسه‌ی پلاستیکی	مچاله کردن در دست	-۳۰۰
ترانزیستور TO-92 در کیسه پلاستیکی	چندین بار تکان دادن کیسه	-۲۰۰
مداد پاک کن	مالیدن روی تخته مدار	+۱۰۰
جعبه قطعات پلاستیکی	با پارچه ی ۱۰۰٪ کتانی پاک کردن	+۱۰۰
نوار پلاستیکی شفاف با عرض دو اینچ	به سرعت چند اینچ را باز کردن	+۵۰۰
فرد بالغ مذکر (کفش با کف لاستیکی)	روی فرش راه رفتن	-۱۰۰۰
این اندازه گیری‌ها با استاتیک سنج تجاری انجام گرفته است. هنگامی که رطوبت نسبی مابین ۱۰ تا ۲۰ درصد است، ولتاژ ESD ۱۰ تا ۵۰ برابر بالاتر است.		

صدمه‌ی معمول توسط ESD به گِیتِ MOSFET:



از مجموعه‌ی کتابچه‌های مهندسان

اقدامات احتیاطی ESD هنگام کار با قطعات

هنگام کار با قطعاتی که در معرض صدمه توسط ESD هستند، اقدامات احتیاطی زیر را رعایت کنید.

۱. قطعات را در بسته بندی اصلی، محفظه‌های رسانای الکتریسیته یا فوم پلاستیکی رسانا نگهداری کنید.

۲. سیم‌های رابط یا پین‌ها را لمس نکنید.

۳. پیش از لمس قطعات، بار ساکن بدنتان را از طریق لمسِ سطوح فلزیِ در تماس با زمین (کابینت، اسباب و غیره) تخلیه کنید.

۴. پس از خارج کردن قطعات از محفظه‌هایشان، پیش از نصب کردنشان، آنها را روی یک ورقه‌ی آلومینیومی یا سینی یا اسفنج رسانا قرار دهید.

۵. قطعات را روی میز کار یا سطح دیگری نکشید.

۶. اجسامی راکه الکتریسیته‌ی ساکن تولید می‌کنند(مثلاً پلاستیک، سلفون، کاغذ آب نبات، کاغذ، مقوا و غیره)، از محدوده‌ی کارکردنتان دور نگه دارید.

۷. هرگز اجازه ندهید که پوشاک با قطعات تماس پیدا کنند.

۸. هنگامی که برق وصل است، هرگز قطعات حساس به ESD را در مدار نصب نکنید، و هرگز آنها را هنگامی که برق وصل است از مدار جدا نکنید.

۹. در صورت امکان از یک هویه‌ای که با باتری کار می‌کند برای اتصالات لحیمی به قطعات حساس به ESD استفاده کنید. زمانی می‌توان از هویه‌ای که با AC کار می‌کند استفاده کرد که نوک آن حامل ولتاژ سرگردان(ناخواسته و مزاحم) نباشد.

٤. امتحان کردن قطعات

اگرچه قطعات نصب‌شده در یک مدار را می‌توان امتحان کرد، اما نتایج بهتر زمانی به دست می‌آیند که قطعات هنوز نصب نشده‌اند. شیوه‌های پیشنهاد شده شامل موارد ذیل می‌شوند:

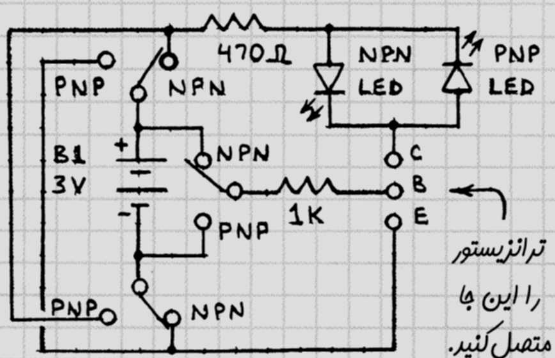
مقاومت‌ها ـ مقدار مقاومت را با یک مولتی‌متر اندازه بگیرید.

خازن‌ها ـ خازن‌ها را با اتصال کوتاه سیم‌های رابط تخلیه کنید. سپس یک مولتی‌متر قیاسی (آنالوگ) راکه در بالاترین محدوده‌ی مقاومت قرار داده شده است به دو سر خازن متصل نمایید. (حتماً پُلاریته‌ی (قطبیت) خازن الکترولیتی[1] را رعایت کنید.) عقربه‌ی مولتی‌متر باید به سمت راست برود و بعد به مکان اولش بازگردد. عقربه در مورد خازن‌های با ظرفیت بالا بیشتر حرکت می‌کند. هنگامی که ظرفیت کمتر از ۰/۰۱ μF است، عقربه ممکن است حرکت نکند. اگر عقربه سمت راست یا نزدیک سمت راست مولتی‌متر باقی بماند، خازن اتصال کوتاه شده است. اگر عقربه حرکت نکند، ظرفیت خازن کمتر از ۰/۰۱ μF یا خازن قطع می‌باشد.

دیودها ـ از یک مولتی‌متر استفاده کنید. مقدار مقاومت در جهت موافق باید پایین و در جهت معکوس بالا باشد.



ترانزیستورها ـ این مدار یک آزمایشِ «قبول/رَد»[2] را برای ترانزیستورهای راه‌گزین[3] امکان‌پذیر می‌سازد. اگر ترانزیستور سالم باشد، LED مربوطه روشن می‌شود.



1 Polarity of Electrolytic Capacitors
2 "go/no-go" Test
3 Switching Transistor

از مجموعه‌ی کتابچه‌های مهندسان

۵. نکاتی درباره‌ی طراحی مدار

۱. برای ساختن مدارهای کاملاً جدید، از مدارهای موجود به منزله‌ی اجزای سازنده استفاده کنید.

۲. همواره پیش از استفاده از قطعات و وسایل فعال (ترانزیستورها، مدارهای مجتمع، و غیره) در مدار، مشخصات سازنده را مرور کنید. به ولتاژهای کار، الزامات ورودی و خروجی و مشکلات احتمالی (مانند نوسان، نویز، چفت شدن و غیره) توجه ویژه‌ای بکنید.

۳. خازن‌های کوتاه‌گذر[۱]، اگرچه همیشه مورد نیاز نیستند، می‌توانند از ایجاد نوسان و نویز در مدارهای آنالوگ، و از راه‌اندازی کاذب[۲] و اتلاف حافظه در مدارهای دیجیتال جلوگیری کنند. در مدارهای آنالوگ، بین سیم‌های رابط باتری جایی که وارد تخته مدار می‌شوند، یک خازن ۰/۱ μF و ۱/۰ μF قرار دهید. خازن‌های ۰/۱ μF را بین پین‌های منبع تغذیه‌ی تقویت‌کننده‌های عملیاتی و زمین قرار دهید. در مدارهای دیجیتال یک خازن ۰/۱ μF را میان پین‌های منبع تغذیه‌ی هر تراشه قرار دهید.

۴. جایگزینی قطعات معمولاً مجاز است. در ادامه برخی از راهبردهای کلی آورده شده است:

الف. مقاومت‌ها ـ از نزدیکترین مقدار بعدی استفاده نمایید. از میزانِ توانِ برابر یا بیشتر استفاده کنید. عملکرد مدار ممکن است تغییر کند. مثلاً یک مقاومت کوچکتر از مقدار تعیین شده در حالت سِری با یک LED، مقدار جریان درون LED را افزایش می‌دهد.

ب. خازنها ـ از نزدیکترین مقدار ظرفیت بعدی استفاده کنید. از میزان ولتاژ برابر یا بیشتر استفاده کنید. عملکرد مدار ممکن است تغییر کند. مثلاً استفاده از یک خازن کوچکتر از مقدار تعیین‌شده در یک مدار تایمر (زمان‌سنج)، سیکل یا چرخه‌ی زمان‌سنجی را کاهش می‌دهد.

ج. ترانزیستورهای دوقطبی ـ فقط با ترانزیستور هم‌خانواده تعویض کنید. قطبیت (پلاریته) و توان را رعایت کنید.

---

1 Bypass Capacitors
2 False Triggering

۶. نکاتی درباره‌ی آرایش مدار

۱. در مدارهای دیجیتال پر سرعت و مدارهای آنالوگ پربسامد، اتصالات میان قطعات باید تا حد ممکن کوتاه باشد.

۲. بخش‌های ورودی و خروجی تقویت‌کننده‌های با بهره بالا باید از لحاظ فیزیکی از یکدیگر جدا باشند؛ در غیر این صورت خودالقایی (اندوکتانس) میان سیم‌کشی ورودی و خروجی ممکن است سبب شود بخشی از سیگنال خروجی به ورودی بازگردانده شود. نتیجه‌ی این عمل نوسان شدید خواهد بود.

۳. ترانزیستورهای قدرت[1]، ICها و برخی دیگر از قطعات که در خلال عمل گرم می‌شوند، اغلب همراه با یک گرماگیر بهتر کار می‌کنند. بنابراین، فضایی را برای گرماگیر در اطراف چنین قطعاتی خالی نگه دارید. از قرار دادن قطعات حساس به گرما در کنار قطعاتی که داغ می‌شوند، اجتناب کنید.

۴. از سیم عایق شده برای اتصالات داخلی استفاده کنید. سیم‌های رابط بدون پوشش قطعاتی را که نزدیک دیگر سیم‌های رابط بدون پوشش یا سخت افزارها نصب شده‌اند، عایق‌سازی کنید.

۵. تمامی سیم‌های رابطی که حامل جریان برق شهر هستند، باید عایق‌سازی شوند.

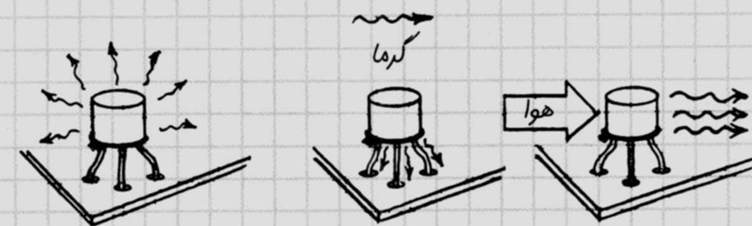
۶. مدارهایی که در آنها عبور جریان به طور ناگهانی قطع یا وصل می‌شود، ممکن است تشعشع بسامد رادیویی ساطع کنند؛ که این تشعشع می‌تواند سبب تداخل‌های عمده‌ای در رادیوها و تلویزیون‌های نزدیک شود. گسیل بسامد رادیویی را می‌توان با جای دادن کل مدار در یک محفظه‌ی فلزیِ به زمین وصل شده، کاهش داد. اتصالات خارجی به داخل محفظه یا خارج‌شده از آن باید با کابل‌های پوشش‌دار درست شوند.

۷. برای تمامی اتصالاتی که در موقعیتی ثابت (سیم‌های رابط گیره باتری، و غیره) نیستند، از سیم استاندارد استفاده کنید. برای اتصالات ثابت از سیم تک رشته استفاده کنید.

1 Power transistors

۷. کاهش گرما

گرما زمانی تولید می‌شود که یک جریان الکتریکی درون یک قطعه یا یک رسانا جاری می‌شود. بیشتر قطعات برای عمل در یک محدوده‌ی دمایی مشخص، طراحی شده‌اند. یک گرماگیر به دفع‌کردن گرمای اضافی در یک قطعه کمک می‌کند. سه روش ابتدایی وجود دارد که توسط آنها گرمای یک قطعه کاهش می‌یابد: تابش، رسانش و همرفت [1].



همرفت: گرما به هوای اطراف هدایت و پراکنده می‌شود.

رسانش: گرما توسط سیمهای رابط قطعه به خارج هدایت می‌شود.

تابش: گرما به صورت تابش الکترومغناطیسی به فضای خارج ساطع می‌شود.

گرماگیرها سازه‌هایی فلزی هستند که توسط آنها گرمای قطعه کاهش می‌یابد و سبب می‌شوند بازده بهبود پیدا کند. رسانایی حرارتی مواد مختلف در زیر مقایسه شده است.

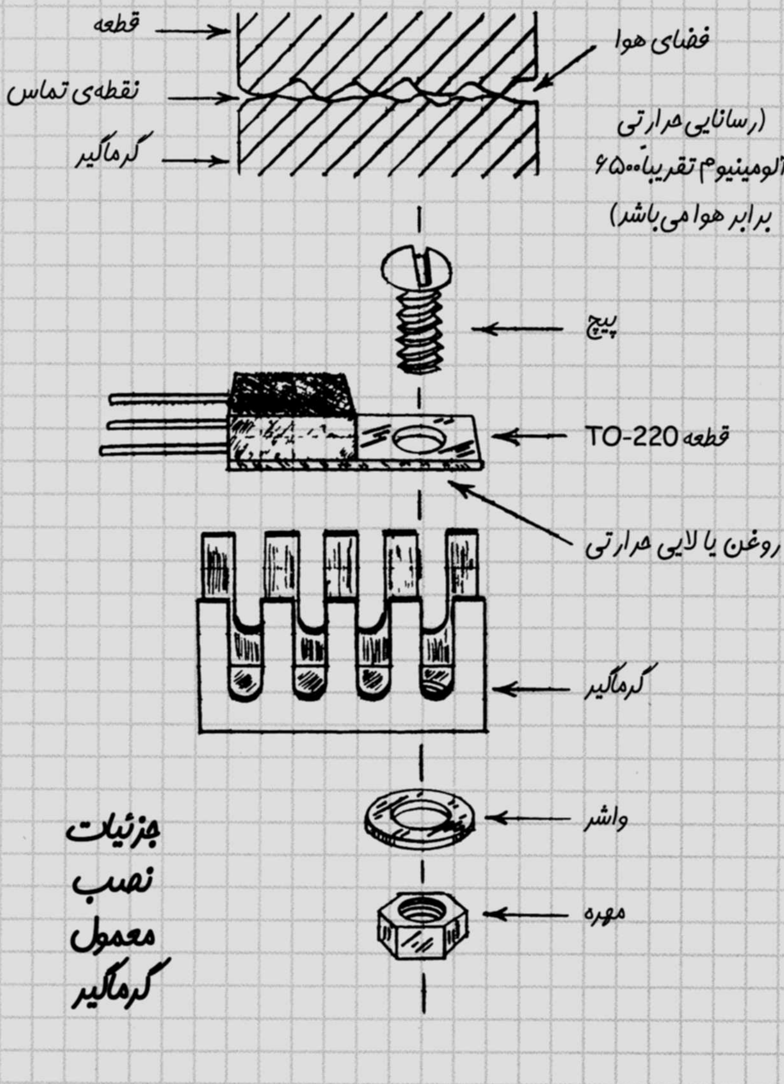
ماده	رسانایی (نسبت به نقره)
الماس (II)	۵/۴
آب	۱/۴
نقره	۱/۰
مس	۰/۹۳
طلا	۰/۷۴
آلومینیوم	۰/۵۶
نیکل	۰/۲۱
آهن	۰/۱۹
قلع	۰/۱۶
میکا	۰/۰۰۱۴
هوا	۰/۰۰۰۰۸۵

آلومینیوم متداول ترین ماده‌ی گرماگیر است. توجه کنید که مس تقریباً به خوبیِ نقره می‌باشد.

1 convection

یک گرماگیر به یک قطعه مانند نیمه‌رسانای قدرت این امکان را می‌دهد تا به اندازه ۱۰ برابر یا بیشتر نسبت به روش‌های دیگر، گرما را برطرف کند. همچنین یک گرماگیر، طول عمر و پایایی یک وسیله یا قطعه را افزایش خواهد داد.

محل اتصال یک گرماگیر و یک قطعه کاملاً مسطح نیست. بنابراین، یک لایی یا لایه‌ی رسانای حرارت از روغن سیلیکون باید میان گرماگیر و قطعه جای بگیرد:



جزئیات نصب معمول گرماگیر

۸. لحیم کردن

مراحل زیر را دنبال کنید تا اتصالات لحیمی مؤثری ایجاد کنید:

۱. قطعـات الکترونیکـی و فیبر مدارها با گرمای بیش از حد صدمـه می‌بینند. بنابراین، هنگام لحیم کردن قطعات به فیبر مدار، همیشـه از یک هویه‌ی کم توان (۱۵ تا ۴۰ وات) اسـتفاده کنید. حتماً نوک هویه را مطابق با دستورِکارهایی که همراه با هویه ارائه شده اند، قلع اندود کنید.

۲. همـواره هنگامی که قطعات الکترونیکی را لحیم می‌کنید، از لحیم با مغز کولوفان (رزین) با قطر کوچک استفاده کنید. هیچوقت از لحیم با مغز اسیدی استفاده نکنید. استفاده از این نوع لحیم سبب خوردگی سیم‌های رابط لحیم‌شده می‌شود.

۳. همواره سـطوحی را کـه می‌خواهید لحیم کنید، آماده نمایید. لحیـم به رنگ، روغن، موم، گریس یا عایق ذوب شـده نمی‌چسـبد. این مواد را با یک حلّال، سیم ظرفشویی یا کاغذ سنباده‌ی ظریف، بزدایید. همیشـه ورقه‌ی نازک مسـی یك تخته مدار را با سیم ظرفشویی جلا دهید. یقین حاصل کنید که اتصال مناسبی میان سطوحی که قرار است لحیم شوند، وجود دارد.

۴. برای لحیم کردن، ابتدا اتصال را گرم کنید نه لحیم را. بعد از یکی دوثانیه، با نوک یك درازاي لحیم، اتصال را لمس کنید.

۵. تـا زمانـی که لحیم گداخته درون و اطراف اتصال روان شـود، نوک داغ هویه را در آنجا نگه دارید. سپس هویه را بردارید.

نکته مهم: بیش از اندازه از لحیم استفاده نکنید و اجازه ندهید اتصال قبل از خنک شدن تکان بخورد.

۶. نـوک هویـه را تمیز و صیقلی نگه دارید. لحیم اضافی و بقایا را با یک دسـتمال یا اسـفنج مرطوب پاک کنید.

ذوب کردن لحیم

با گرم کردن اتصالات یک قطعه با یک هویه‌ی داغ تا زمانی که لحیم ذوب شود و بعد کشیدن سیمهای رابط تا زمانی که قطعه آزاد شود، می‌توان آن را از تخته جدا کرد. این شیوه تنها برای سیمهای تکی یا قطعاتی با دو سیم رابط مناسب می‌باشد، در غیر این صورت از راهنمایی‌های تخصصی برای ذوب لحیم استفاده می‌شود. برای جدا کردن قطعاتی با چند سیم رابط یا چند پین، باید از یک هویه لحیم بازکن یا لحیم‌زدا استفاده کرد. برای این‌کارمراحل زیر را دنبال کنید:

۱. محل اتصال را گرم کنید تا زمانی که لحیم ذوب شود.

۲. هویه‌ی لحیم بازکن ـ پیش از گرم کردن محل اتصال، حباب را فشار دهید؛ هنگامی که لحیم ذوب شد، حباب را رها کنید.

لحیم‌زدا ـ حباب[1] را فشار دهید یا پیستون[2] را به کار بیاندازید. هنگامی که لحیم ذوب می‌شود، با نوک لحیم‌زدا، محل لحیم را لمس و سپس حباب یا پیستون را رها کنید. در صورت نیاز این عمل را تکرار کنید.

قیطان[3] جاذب لحیم ـ قیطان را روی اتصال قرار دهید. با نوک هویه قیطان را روی اتصال فشار دهید تا زمانی که لحیم ذوب شده و به درون قیطان جذب شود.

۳. الگوی مسیرهای جدا شده و شکسته‌ی ورقه‌ی نازک[4] (فویل) مدار را اصلاح کنید. دو قسمت جداشده را می‌توان با لحیم کردن سیم کوتاهی در دو طرف محل شکستگی‌ها بهم پیوند داد.

اقدامات احتیاطی لحیم کاری

۱. یک هویه‌ی داغ می‌تواند سبب آتش‌سوزی یا سوختن انگشتان شود. دوشاخهٔ هویه‌ای را که استفاده نمی‌شود از پریز درآورید!

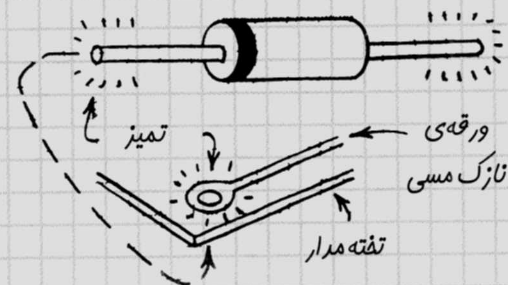
۲. از استنشاق دود و بخار حاصل از لحیم داغ خودداری کنید. در محیطی با تهویه‌ی مناسب لحیم‌کاری کنید.

۳. بر کار کودکانی که از هویه استفاده می‌کنند، نظارت کنید.

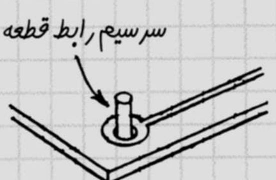
1 Bulb
2 Plunger
3 Braid
4 Foil Pattern

چگونگی لحیم کردن

۱. با زدودن تمامی اکسایش، روغن، چسب و ذرّات باقیمانده در محل اتصال، سطوحی را که می‌خواهید لحیم کنید، آماده نمایید.



۲. سطوحی را که میخواهید به هم لحیم کنید در یک موقعیت ثابت حفظ کنید.



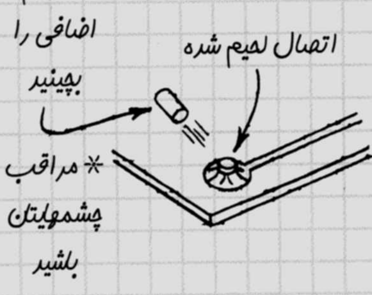
۳. سطوحی را که می‌خواهید لحیم کنید با یک هویه‌ی داغ شده به مدت چند ثانیه گرم کنید. هویه را در محل نگه دارید و ...



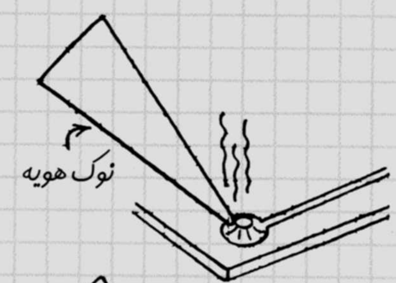
۴. ... با نوک یک درازای لحیم با مغز کولوفان نقطه‌ی اتصال گرم شده را لمس کنید. اجازه دهید که لحیم ذوب، و درون و روی نقطه‌ی اتصال روان شود.



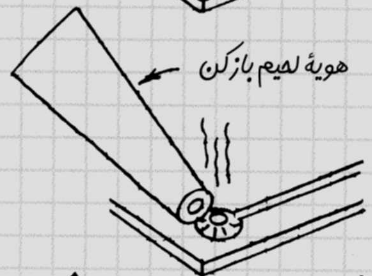
۵. هویه و لحیم را عقب بکشید و اجازه دهید قبل از تکان دادن تخته مدار، نقطه‌ی اتصال خنک شود.



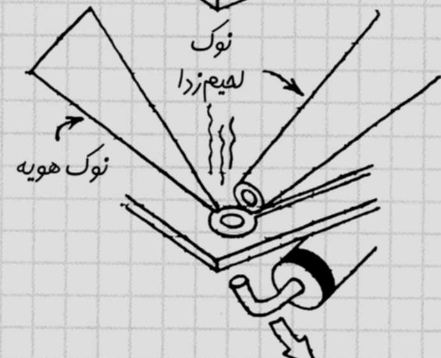
چگونگی ذوب لحیم



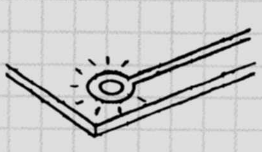
۱. نقطه‌ی اتصالی را که می‌خواهید ذوب کنید با یک هویه داغ، گرم کنید تا زمانی که لحیم ذوب شود یا ...



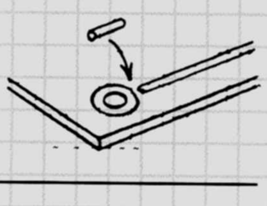
۲. ... نقطه‌ی اتصال را با هویه‌ی لحیم‌بازکن گرم کنید تا زمانی که لحیم ذوب شود.



۳. حباب یک لحیم‌زدا (یا لحیم‌بازکن) را فشار داده، نوک لحیم‌زدا (یا لحیم‌بازکن) را تا جایی که ممکن است نزدیک به لحیم قرار دهید و حباب را رها کنید. لحیم به درون لحیم‌زدا مکیده خواهد شد. اکنون می‌توان سیم رابط قطعه را جدا کرد. توجه کنید زمانی که لحیم گداخته است می‌توان سیم را بیرون کشید.



۴. محل اتصال[1] را تمیز کنید.



۵. الگوی مسیر شکسته‌ی ورقه‌ی نازک مدار را با پل سیمی اصلاح کنید. آن را در محل، لحیم کنید.

1 Terminal

۹. عیب یابی

عیب یابی، فرآیند شناسایی مشکلی است که سبب می‌شود یک مدار به درستی عمل نکند. به استثنای مشکلات کوچک، بهتر است عیب یابی سیستم‌های پیچیده همچون رایانه‌ها و VCRها را به عهده‌ی متخصصان صاحب صلاحیت بگذاریم. روندی که در زیر فهرست شده می‌تواند برای عیب یابی پروژه‌های موسوم به «تعمیرکار خود باشید»[1]، استفاده شود:

۱. یقین حاصل کنید که عملکرد مدار را همان طور که در دستورکار برای ساخت آن آمده، کاملاً متوجه شده‌اید..

۲. اگر مدار عمل نمی‌کند، یقین حاصل کنید که مدار از منبع تغذیه، توان دریافت می‌کند. آیا باتری‌ها جدید هستند و به درستی کار گذاشته شده‌اند؟ آیا پایانه‌های نگهدارنده‌ی باتری تمیز هستند؟ آیا سیم رابط گیره‌ی باتری درون پوشش عایق‌اش شکسته است؟ آیا کابل برق آن به پریز متصل است؟ آیا یک فیوز سوخته است؟ آیا نیاز توانی مدار از توان موجود بیشتر است؟

۳. مدار را به دقت با نقشه یا الگوی آن مقایسه کنید. آیا تمام اتصال‌ها برقرار شده است؟ آیا اتصال نادرستی وجود دارد؟ آیا اتصالی لحیمی معیوب است؟

۴. آیا قطعات حساس به قطبیت (پلاریته) همچون خازن‌های الکترولیتی، دیودها، و ترانزیستورها به درستی نصب شده‌اند؟ آیا آی‌سی‌ها به درستی کار گذاشته شده‌اند؟

۵. آیا ورودی‌های به کار نرفته‌ی تراشه‌های منطقی دیجیتال به زمین یا یک طرف منبع تغذیه وصل شده‌اند؟

۶. برای رسیدن به بهترین نتایج، رویکردی سازمان‌یافته و منطقی را برای عیب‌یابی دنبال کنید. درخت عیب یابی در صفحه بعد، این رویکرد را نشان می‌دهد.

1 Do it yourself

درخت عیب یابی

شروع

مدار عمل می‌کند؟ — خیر →

تغزیه با باتری

۱. باتری را بررسی کنید.
۲. اتصال (کنتاکت)های باتری را بررسی و آنها را تمیز کنید.
۳. کلید قطع و وصل را بررسی کنید.

تغزیه با خط AC (برق شهر)

۱. آیا دوشاخه به پریز است؟
۲. پریز دیگری را امتحان کنید.
۳. فیوز را بررسی کنید.
۴. کلید برق را بررسی کنید.

بله ↓

به طور ناپیوسته عمل می‌کند؟ — بله →

۱. به دنبال اتصال (کنتاکت)های سست بگردید.
۲. به دنبال قطعه‌ای باشید که هنگام گرم شدن از عمل باز می‌ماند و هنگامی که خنک می‌شود دوباره عمل می‌کند.

خیر ↓

پس از «گرم شدن» از عمل باز می‌ماند؟ — بله →

به دنبال قطعه‌ای بگردید که هنگام گرم یا داغ شدن از عمل باز می‌ماند.

خیر ↓

از مدار بویی خارج می‌شود؟ — بله →

یک قطعه بیش از اندازه گرم شده است. تا زمانی که منشاء مشکل شناسایی و برطرف نشده است، مدار را به کار نیاندازید.

خیر ↓

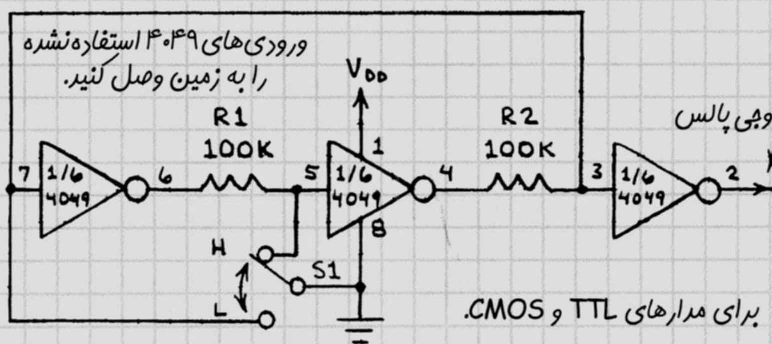
به تمامی مطالب مربوط به مدار برای شناسایی منشا احتمالی مشکل مراجعه کنید.

این درخت بسیار ابتدایی است. بسیاری از مدارها به گره‌های تصمیم‌گیری و شاخه‌های اقدامات اضافی نیاز دارند.

عیب‌یابی دیجیتال

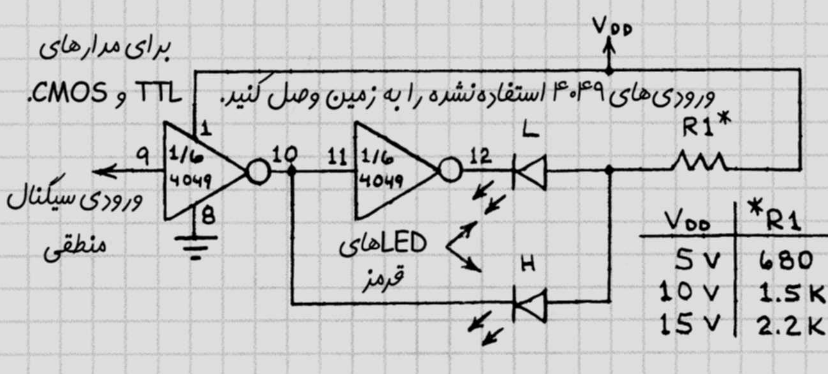
این مدارهای ساده، آزمایش مدارهای منطقی دیجیتال را امکان‌پذیر می‌کنند. هردو مدار را می‌توان با استفاده از 4049 یکسان، سوار یا هم‌گذاری کرد.

کلید بدون لرزش[۱]



V_{DD} و زمین را به ترتیب به منبع مثبت و زمین الکتریکی مداری که آزمایش می‌شود، وصل کنید. برای تولید پالس بدون نویز و بی نقص، وضعیت S1 را تغییر دهید.

پروب یا میل آزمون منطقی[۲]



VDD	*R1
5 V	680
10 V	1.5 K
15 V	2.2 K

V_{DD} و زمین را به ترتیب به منبع مثبت و زمین الکتریکی مداری که آزمایش می‌شود، وصل کنید. با میل‌آزمون ورودی، پایانه مداری را که آزمایش می‌شود، لمس کنید. LEDها وضعیت منطقی را نشان میدهند (L= پایین، H= بالا). جدول R1 مقادیر را برای جریان تقریباً 5mA نشان می‌دهد. اگر LEDها از نوع بسیار تابناک باشند، استفاده از مقاومت 22k برای تمامی مقادیر V_{DD} مناسب است.

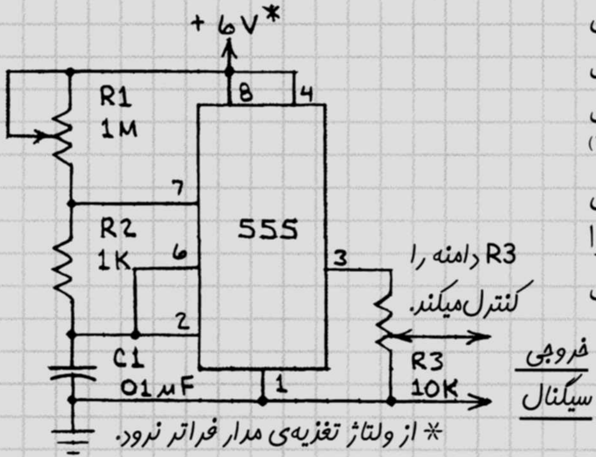
1 *Bounceless Switch*
2 *Logic Probe*

عیب‌یابی آنالوگ

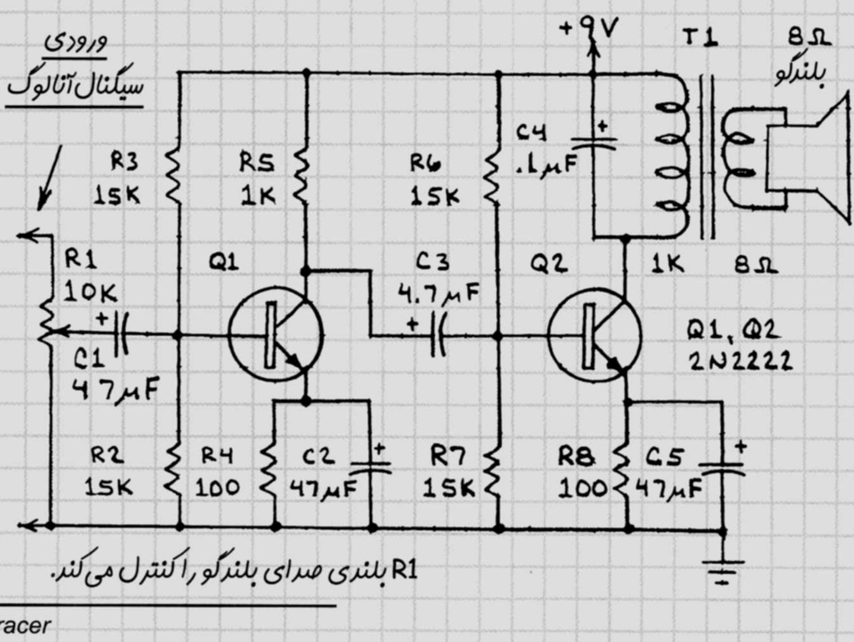
از این مدارها می‌توان برای عیب‌یابی تقویت‌کننده‌های صوتی (با بسامد کم) و مشخص کردن پیوستگی کابل‌ها و سیم‌های چندرشته‌ای استفاده کرد. (اقدامات احتیاطی امنیتی را در صفحه بعد ملاحظه کنید.)

انژکتور (تزریق‌کننده) سیگنال

خروجی انژکتور را به ورودی مداری که آزمایش می‌شود وصل کنید. برای دنبال کردن سیگنال در هر مرحله از مدار، از ردیاب[1] استفاده کنید. اعوجاج در صدای سیگنال تزریق شده، مشکلی را نشان میدهد. R1، بسامد راکنترل می‌کند.



ردیاب سیگنال



1 Tracer

۱۰. اقدامات احتیاطی امنیتی

مدارهای الکتریکی که با برق شهر کار می‌کنند و برخی از مدارهایی که با باتری به کار می‌افتند، می‌توانند سبب برق گرفتگی‌های خطرناکی شوند. برق گرفتگی می‌تواند سبب نارسایی قلبی شود. همچنین برق گرفتگی می‌تواند سبب واکنش عضلانی شدید شده و به دست یا پا صدمه وارد کرده و حتی شما را به زمین پرت کند. اقدامات احتیاطی زیر را رعایت کنید:

۱. برق شهر (جریان برق خانگی) می‌تواند سبب مرگ شود! هنگامی که جریان وصل است، تنها متخصصان باتجربه باید روی چنین مدارهایی کار کنند.

۲. متخصصان باتجربه هرگز تنها کار نکنند و همواره یک دستشان را درون جیبشان نگه دارند تا بتوانند از عبور جریان تخلیه‌ی الکتریکی از بدنشان جلوگیری کنند.

۳. خازن‌های صافی (فیلتر) و خازن‌های ذخیره‌سازی انرژی‌های بزرگ، می‌توانند بار الکتریکی خطرناکی را برای چندین روز یا بیشتر ذخیره کنند! هرگز پایانه‌های چنین خازن‌هایی را لمس نکنید! برای تخلیه‌ی خازن‌ها می‌توان پایانه‌ی خازن‌ها را چند بار با نوک فلزی یک پیچ گوشتی که دسته‌اش عایق‌دار است، با دقت لمس کرد.

۴. کودکان و افراد بی‌تجربه در کار با مدارهای الکترونیکی نباید به تعمیر مداری که با برق شهر به کار می‌افتد، اقدام کنند.

۵. هرگز با الکتریسیته (برق) بازی نکنید!

۶. پس از تعمیر تجهیزاتی که با برق شهر کار می‌کنند، پیش از وصل برق، تمام قاب‌بندی‌ها و پیچ‌ها را سر جای خود بگذارید.

۷. وقتی با مدارهایی کار می کنید که با برق شهر به کار می‌افتند، کفش‌هایی بپوشید که کَفشان لاستیکی است و روی یک پادری لاستیکی خشک یا سطح چوبی بایستید.

III. مدارهای نیمه‌رسانای ساده

دید کلی

در این دورانِ ریزتراشه‌های مدار مجتمع، سادگی و مقرون به صرفه بودن مدارهایی که از اجزای جداگانه ساخته شده‌اند، اغلب نادیده گرفته می‌شود. مدارهای این بخش، ۱۵ کاربرد را برای چنین قطعات ساده‌ای همچون دیودها، ترانزیستورها، SCRها و تِریاک‌ها ارائه می‌دهند. قبل از این مدارها، مدارهای خازنی و مقاومتی ساده می‌آیند که اجزایی ضروری در بیشتر مدارهای نیمه‌رسانا هستند. تغییرات کوچکی در قطعات و شیوه‌های هَمگذاری یا سوارکردن مدار ممکن است سبب شود که نتایج شما با آنهایی که در این جا شرح داده می‌شود تفاوت پیدا کنند. از آن روی که نگارنده هیچ‌گونه کنترلی بر بکارگیری مدارهای ساخت شما ندارند، برای چنین مواردی هیچ‌گونه مسئولیتی بر عهده‌ی ما نیست.

نکاتی درباره‌ی هَمگذاری مدار

شما می‌توانید مدل‌های آزمایشی از مدارها روی تخته مدارهای موقتیِ[1] بدون لحیم، همگذاری کنید. پس از آزمایش و امتحان کردن یک مدار، می‌توانید یک مدل دائمی را روی یک تخته مدار همگذاری و آن را درون یک محفظه نصب کنید. اگرچه هر مداری که در ادامه می‌آید شامل مقادیر قطعات مشخصی است، اگر میزان ولتاژ، جریان و توان رعایت شود، جایگزینی‌ها معمولاً مجاز است. برای مثال، یک مقاومت 1.2K (۱۲۰۰ اهم) معمولاً می‌تواند با یک مقاومت 1K (۱۰۰۰ اهم) تعویض شود. یک پتانیسومتر 100K (۱۰۰۰۰۰ اهم) می‌تواند به جای یک پتانسیومتر 50K (۵۰۰۰۰ اهم) استفاده شود. بسیاری از ترانزیستورهای NPN می‌توانند با 2N2222های رایج جایگزین شوند.

1 Bread Board

مقاومت‌ها

مقاومت‌ها در برابر جاری شدن جریانی الکتریکی مقاومت یا ایستادگی می‌کنند. واحد مقاومت اُهم (Ω) است. اختلاف پتانسیلی به مقدار ۱ ولت، جریانی به مقدار ۱ آمپر در مقاومتی به مقدار ۱ اهم جاری میسازد.

قانون اهم

ولتاژ (V) اختلاف پتانسیل دو سر یک مقاومت است. جریان (I) ،حرکت الکترون‌ها در یک مقاومت می‌باشد. هر زمان دو مقدار از مقادیر مقاومت، ولتاژ یا جریان را داشته باشیم، سومین مقدار را می‌توان از طریق قانون اهم محاسبه کرد:

$$V = I \times R \qquad I = V / R \qquad R = V / I$$

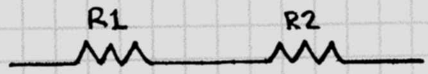
توانی که در یک مقاومت از بین می‌رود را نیز می‌توان محاسبه کرد:

$$P = V \times I \qquad P = I^2 R$$

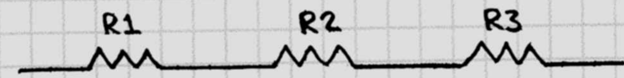
واحد توان وات است. هنگامی که از قانون اهم استفاده می‌کنیم، مهم است که یقین حاصل کنیم تمام مقادیر به طور صحیح بیان شده‌اند. برای نمونه، ۶۵ میلی ولت باید به صورت ۰/۰۶۵ ولت بیان شود. ۴۷۰ میلی‌وات باید به صورت ۰/۴۷ وات بیان شود. یک مقاومت 47K مقدار مقاومتی برابر با ۱۰۰۰ × ۴۷ یا ۴۷۰۰۰ اهم دارد. یک مقاومت 2.2M مقدار مقاومتی برابر با ۱۰۰۰۰۰۰ × ۲/۲ یا ۲۲۰۰۰۰۰ اهم دارد.

شما معمولاً ممکن است از یک مقاومت با مقداری در حدود ۱۰ - ۲۰ درصد مقدار لازم استفاده کنید. همواره از مقاومت‌هایی استفاده کنید که میزان توان مناسبی دارند.

مقاومت‌ها به صورت سِری

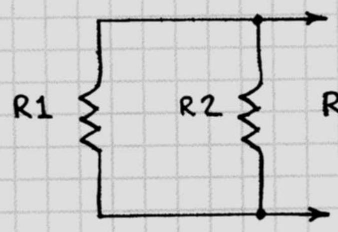


مقدار کل مقاومت $(R_T) = R1 + R2$

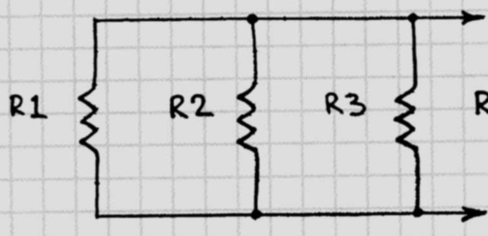


مقدار کل مقاومت $(R_T) = R1 + R2 + R3$

مقاومت‌ها به صورت موازی



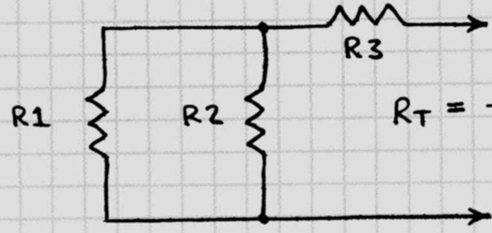
$$R_T = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$



$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}}$$

اگر $R1 = R2 = R3$ در این صورت $R_T = R1 / 3$

مقاومت‌ها به صورت ترکیبی سِری/موازی



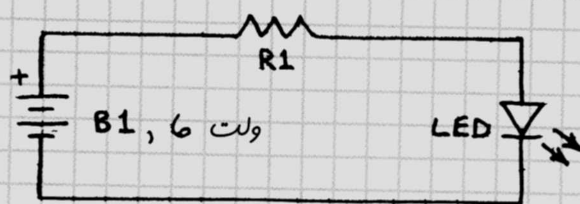
$$R_T = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2} + R3$$

چگونگی استفاده از مقاومت‌ها

محدودکردن جریان

یک مقاومت را می‌توان به صورت سِری با یک لامپ، LED، بلندگو، ترانزیستور یا قطعه‌ی دیگری قرار داد تا عبور جریان را در یک وسیله کاهش داد.

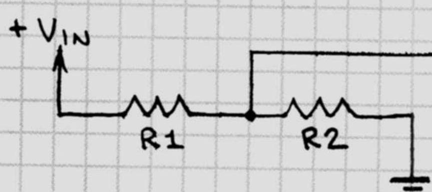
برای نمونه:



با استفاده از قانون اهم می‌توان جریان را در LED برای یک محدوده از مقادیر استاندارِد مقاومت محاسبه کرد. فرمول جریان $I = V / R$ است. تا زمانی که ولتاژ مستقیم (رفت) حدود ۱/۷ ولت نباشد، یک LED جریان را عبور نمی‌دهد (LED قرمز). بنابراین، فرمول جریان $I = (6 - 1.7) / R$ می‌باشد.

R1 (اهم)	جریان LED (آمپر)
100	.043
150	.029
220	.020
270	.016
330	.013

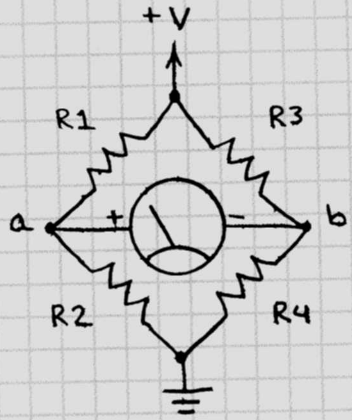
تقسیم ولتاژ



$$V_{OUT} = V_{IN}\left(\frac{R2}{R1 + R2}\right)$$

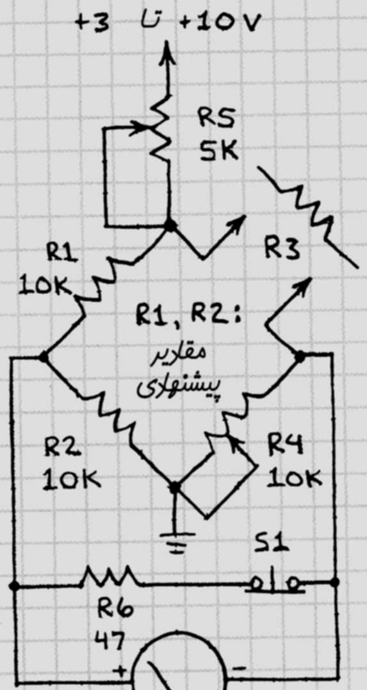
پل وتستون [1]

پل وتستون اندازه‌گیری‌های بسیار دقیقِ مقدار مقاومت را ممکن می‌سازد. در اینجا مدار ساده‌ی آن آورده شده است:



R1-R2 و R3-R4 دو تقسیم‌کننده ولتاژ را تشکیل می‌دهند. هنگامی که ولتاژ در a با ولتاژ در b برابر است، وسیله‌ی سنجش، ولتاژی را نشان نمی‌دهد و گفته می‌شود که پل، متوازن است. هنگامی که این اتفاق می‌افتد، نتیجه می‌شود:

R1 /R3 = R2 / R4.



پلی که در اینجا نشان داده شده است، اندازه‌گیری دقیق یک مقاومت مجهول (R3) را امکان‌پذیر می‌کند. R1 و R2 باید مقاومت‌های دقیق (1%) باشند. R4 یک پتانسیومتر با یک صفحه‌ی مدرّج است. R5 برای تنظیم جریان حاصل از منبع تغذیه استفاده می‌شود. R6 و S1 یک شنت [الکتریکی] [2] را تشکیل می‌دهند که از M1 محافظت می‌کند.

R4 را طوری تنظیم کنید تا M1 = 0 شود. S1 را فشار دهید و تکرار کنید. R3 = R4.

اگر R1 ≠ R2 باشد، در این صورت

R3 = (R1 × R4) / R2.

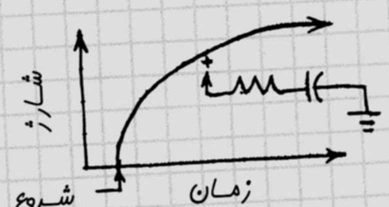
1 *Wheatstone Bridge*
2 *Shunt*

خازن‌ها

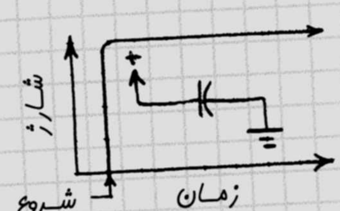
خازن‌ها بار الکتریکی را ذخیره می‌کنند. واحد ظرفیت الکتریکی فاراد[1] است. یک خازن یک فارادی متصل به یک منبع یک ولتی، باری به مقدار $۶/۲۸ \times ۱۰^{۱۸}$ الکترون ذخیره می‌کند. بیشتر خازنها ظرفیت بسیار کمتری دارند. مقدار ظرفیت‌ها معمولاً در محدوده‌ی مابین چند پیکوفاراد ($۱۰^{-۱۲}$ فاراد) تا چند هزار میکروفاراد ($۱۰^{-۶}$) قرار می‌گیرند.

1 FARAD = 1 F
1 MICROFARAD = 1 μF = 10^{-6} F
1 NANOFARAD = 1 nF = 10^{-9} F
1 PICO FARAD = 1 pF = 10^{-12} F

یک خازن را می‌توان تقریباً بی‌درنگ، با اتصال سیم‌های رابطش به طور مستقیم به اطراف یک منبع تغذیه، شارژ یا پُر کرد. زمان شارژ را می‌توان با وارد کردن یک مقاومت میان منبع تغذیه و خازن افزایش داد.

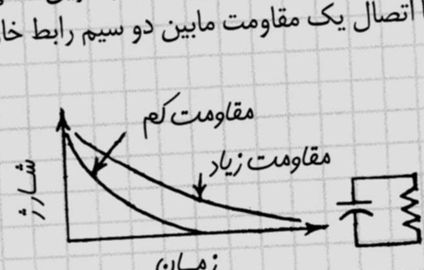


شارژ مقاومتی



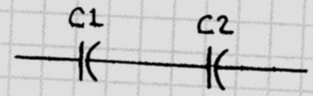
شارژ مستقیم

یک خازن شارژشده به تدریج بار الکتریکی‌اش را از طریق نشتی از دست می‌دهد. زمان تخلیه الکتریکی را می‌توان با اتصال یک مقاومت مابین دو سیم رابط خازن کاهش داد:

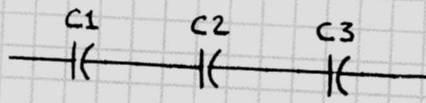


1 Farad

خازن‌ها به صورت سری

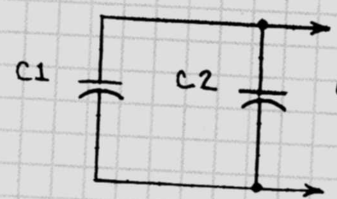


$$\text{ظرفیت الکتریکی کل } (C_T) = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

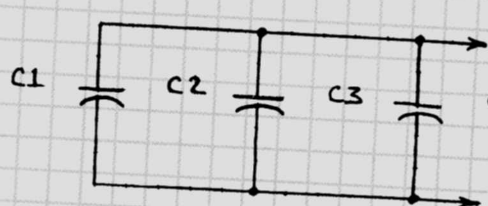


$$\text{ظرفیت الکتریکی کل } (C_T) = \frac{1}{\frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3}}$$

خازن‌ها به صورت موازی



$$C_T = C1 + C2$$



$$C_T = C1 + C2 + C3$$

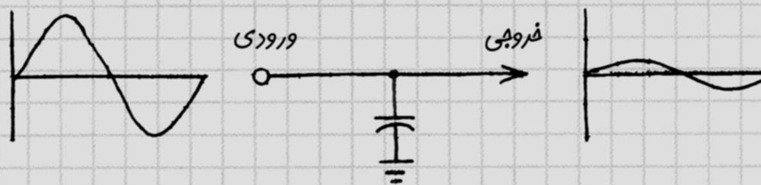
اخطار!

بیشتر خازن‌ها می‌توانند باری الکتریکی را برای مدت زیادی پس از قطع جریان منبع، نگه دارند. بنابراین، با احتیاط با خازن‌ها کار کنید. یک خازن الکترولیتی بزرگ که تنها ۱ تا ۵ ولت شارژ شده است، می‌تواند نوک یک پیچ گوشتی را که با دو سر سیم رابطش اتصال کوتاه برقرار کرده، ذوب کند! خازنهای ولتاژ بالا در دستگاه‌های تلویزیون و فلاش‌های عکاسی می‌توانند بار مرگباری را ذخیره کنند.

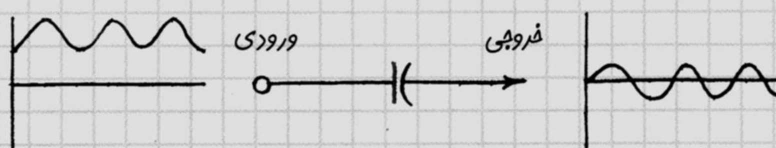
چگونگی استفاده از خازن‌ها

صاف‌کردن (فیلترینگ) سیگنال

یک خازن تکی می تواند یک سیگنال ناخواسته را به طرف زمین منحرف کند:

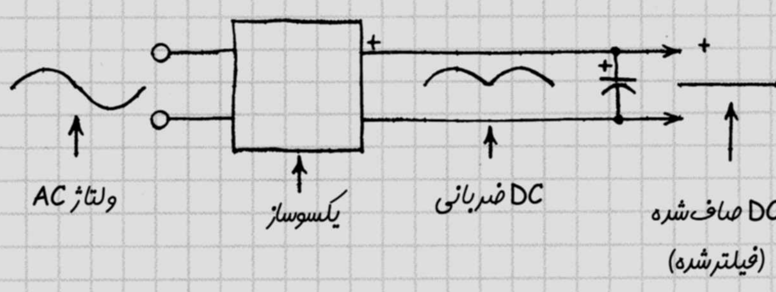


یک خازن تکی می تواند یک مؤلفه ی DC ناخواسته را از یک سیگنال نوسانی خارج کند:



صاف‌کردن (فیلترینگ) منبع تغذیه

یک خازن بزرگ، ولتاژ ضربانیِ حاصل از یک منبع تغذیه را به یک جریان مستقیم ثابت، تبدیل می‌کند:



فرونشانی نویز و خیزک[1]

یک خازن 0/1μF وصل‌شده مابین پین‌های منبع تغذیه‌ی یک تراشه منطقی به فرونشاندن و حذف راه‌اندازی (تریگرینگ) کاذب حاصل از مختصر خیزک‌های نویز منبع تغذیه، کمک می‌کند.

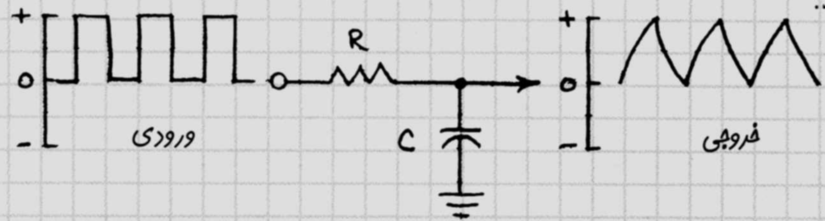
1 Spike (جریان یا ولتاژ لحظه‌ای)

مدارهای مقاومت ـ خازنی

مدارهای «مقاومت ـ خازنی» (RC) ساده، جزو مهم‌ترین مدارها قلمداد مي‌شوند:

انتگرال‌گیر[1]

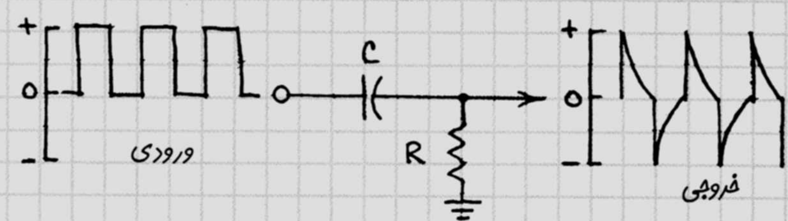
انتگرال‌گیر، یک مدار RC است که یک موج مربعی وارده را به یک موج مثلثی تبدیل می‌کند:



R × C، ثابت زمانی یک مدار است. RC باید حداقل ۱۰ برابر دوره‌ی تناوب سیگنال ورودی باشد. اگر نباشد، دامنه‌ی سیگنال خروجی کاهش خواهد یافت. بدین ترتیب، مدار یک صافی (فیلتر) پایین‌گذر خواهد بود که مانع عبور بسامدهای بالا می‌شود.

مشتق‌گیر[2]

مشتق‌گیر، یک مدار RC است که یک موج مربعی وارده را، به یک موج ضربانی یا نوک‌تیز تبدیل می‌کند:

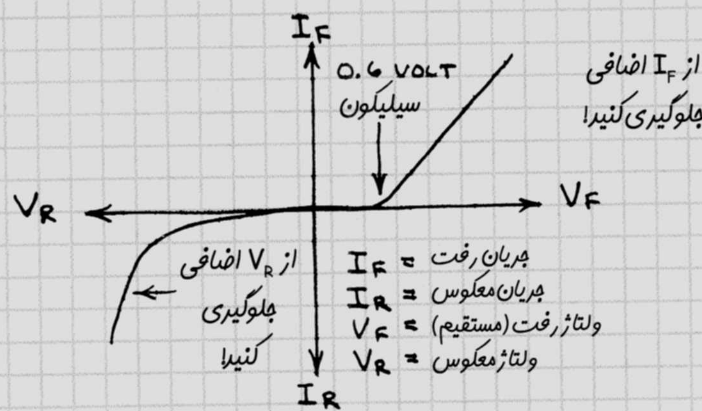


ثابتِ زمانی RC باید ۰/۱ (یا کمتر) مدت زمان پالس‌های وارده باشد. مشتق‌گیرها اغلب برای ایجاد پالس‌های تریگر استفاده می‌شوند.

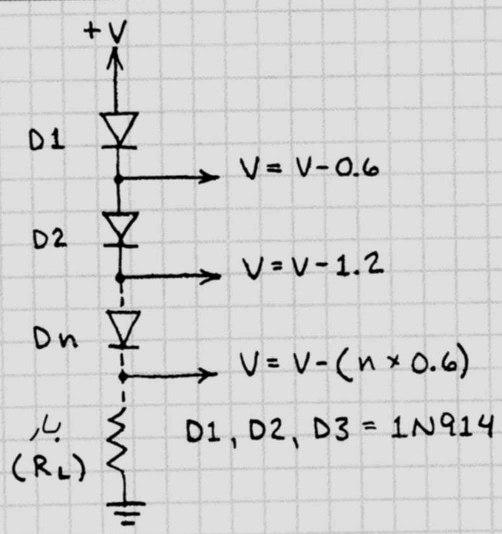
1 *Integrator*
2 *Differentiator*

یکسوسازها و دیودها

دیودها و یکسوسازها قطعاتی نیمه رسانا هستند که الکتریسته را تنها در یک جهت هدایت می‌کنند. مهم است که درک کنیم یک دیود تا زمانی که ولتاژ مستقیم به نقطه‌ی آستانه نرسد، جریان را عبور نمی‌دهد. این ولتاژ برای دیودهای سیلیکونی در حدود ۰/۶ ولت و برای دیودهای ژرمانیومی در حدود ۰/۳ ولت است. این نمودار عملکرد دیود را به طور خلاصه نشان می‌دهد:

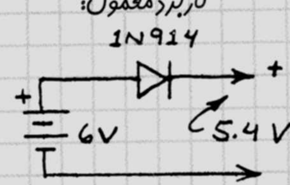


کاهنده‌ی ولتاژ



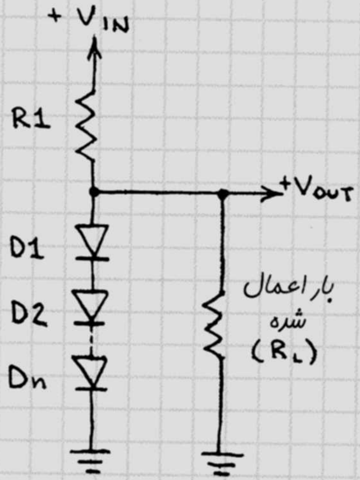
این مدار، ولتاژ حاصل از منبع تغذیه را به اندازهٔ ۰/۶ ولت به ازای هر دیود کاهش می‌دهد.

کاربرد معمول:



رسیدن ۶ ولت به تراشه‌ی TTL قدرت را ممکن می‌سازد.

رگولاتور (تنظیم‌کننده) ولتاژ



این مدار یک ولتاژ خروجی ثابت برابر با مجموع ولتاژهای روشن شدن (آستانه) دیودهای D1 تا Dn را تأمین می‌کند.

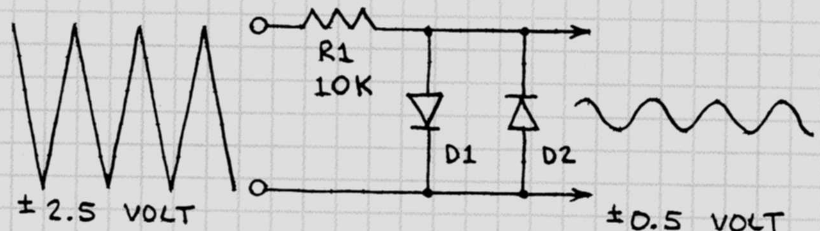
بنابراین:

$$V_{OUT} = 0.6 \times (D1 + D2 + Dn).$$

$$R1 = (V_{IN} - V_{OUT}) / I$$

<u>اخطار:</u> D1 و R1 باید توان مناسبی داشته باشند. (از قانون اهم استفاده کنید.)

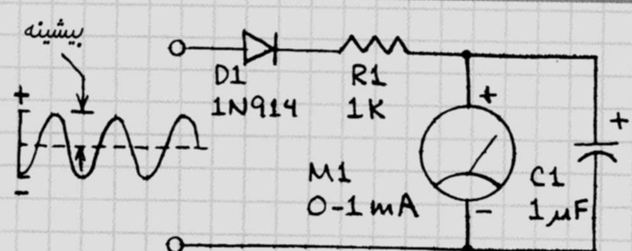
تبدیل موج مثلثی به موج سینوسی



موج مثلثی

موج سینوسی

ولت‌سنجی که ولتاژ بیشینه[1] را می‌سنجد

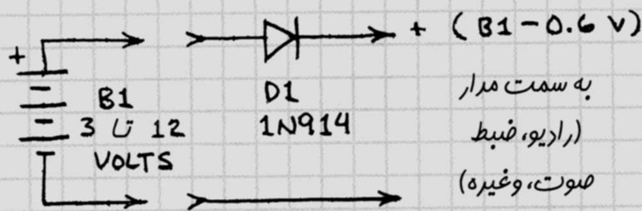


برای رسیدن به بهترین نتایج، M1 باید مولتی‌متر دیجیتال باشد. آن را برای سنجش ولتاژ تنظیم کنید.

بسامد سیگنال وارده باید به اندازه کافی بالا باشد تا C1 را شارژ شده نگه دارد.

1 Peak

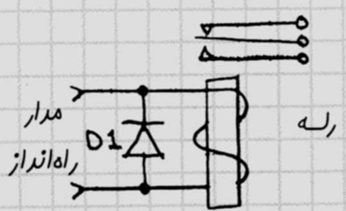
محافظ قطبیت معکوس



اگر باتری با قطبیت معکوس نصب شده باشد، دیود از مدار محافظت می‌کند.

محافظ حالات گذرا

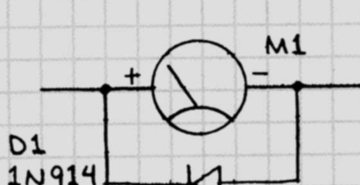
هنگامی که جریانی که درون یک القاگر[1] جاری است به طور ناگهانی قطع شود، میدان مغناطیسی در حال فروپاشی یا سقوط ولتاژ بالایی را در سیم پیچ القاگر تولید خواهد کرد. خیزک ولتاژ ممکن است دامنه‌ای به اندازه‌ی صدها یا حتی هزاران ولت داشته باشد. یک دیود می‌تواند با ایجاد یک اتصال کوتاه برای خیزکِ ولتاژِ بالا، از مداری که القاگر به آن وصل است، محافظت کند. برای مثال:



هنگامی که مدارِ راه‌انداز، رله را قطع می‌کند، یک خیزک ولتاژ بالا در سیم‌پیچ رله به وجود می‌آید. D1، این خیزک را اتصال کوتاه می‌کند.

توجه: D1 در خلال زمان وصل بی‌اثر است.

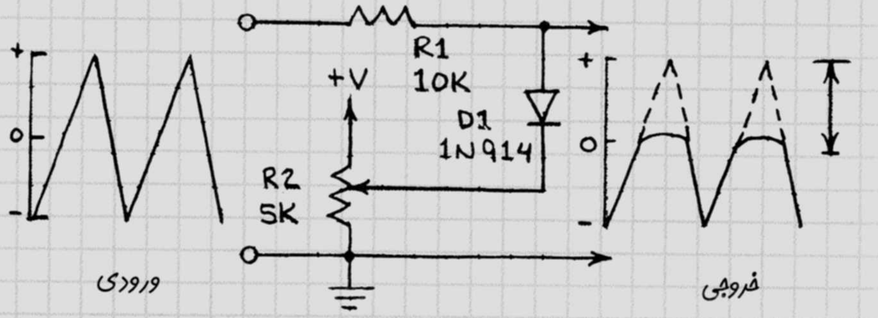
محافظ وسیله‌ی سنجش



یک دیود را به پایانه‌های وسیله‌ی سنجش وصل کنید تا از آن در برابر جریان معکوس محافظت کند.

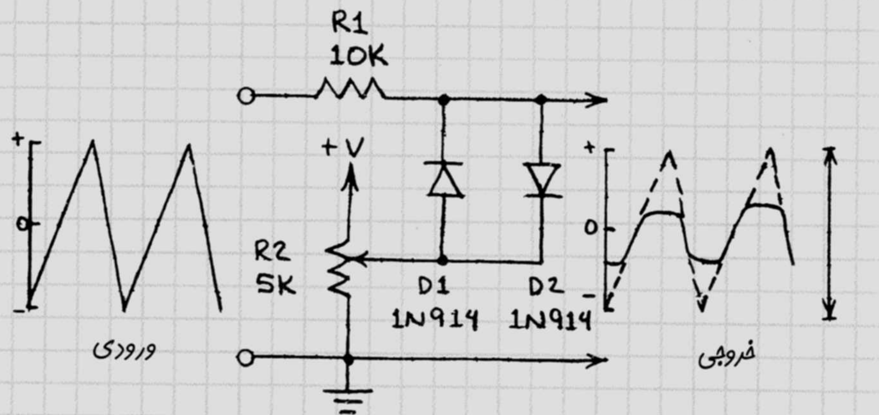
1 Inductor

برشگر شکل موج تنظیم‌پذیر



R2 را طوری تنظیم کنید تا دامنه بُرش را کنترل کند. V+ باید یک ولت یا بسیار بیشتر از ولتاژ ورودی بیشینه باشد.

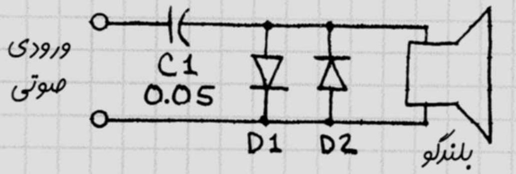
تضعیف‌گر تنظیم‌پذیر[1]



این یک گونه‌ی دو قطبی (+/-) از برشگر تنظیم‌پذیر است.

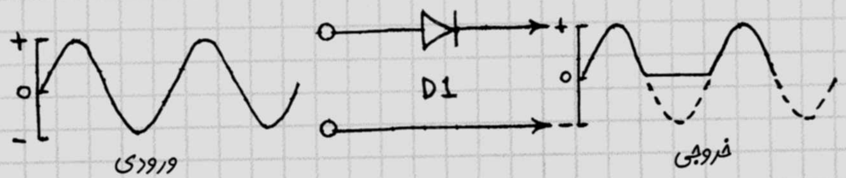
محدودکننده صوتی

برای محدود کردن نویز، صداهای لحظه‌ای ناخواسته و پارازیت استفاده کنید.



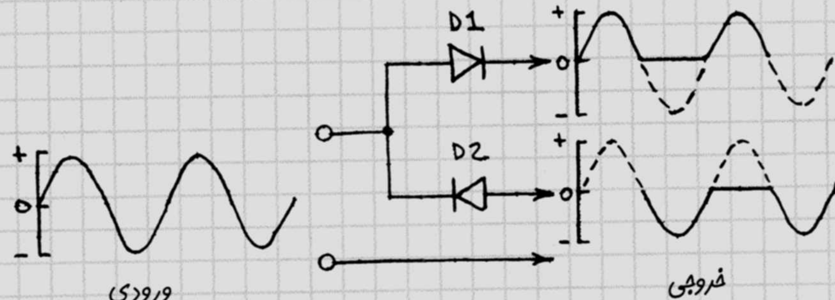
1 Adjustable Attenuator

یکسوساز نیم‌موج



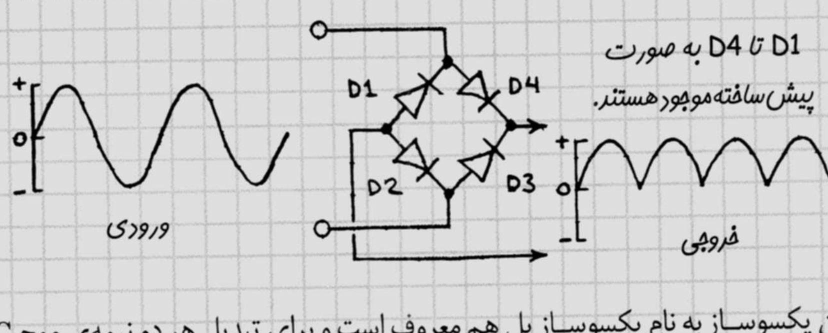
D1 هرگونه دیودی است که برای ولتاژ ورودی برآورد شده است. این مدار برای تبدیل یک موج AC به DC ضربانی و آشکارسازی سیگنال‌های رادیویی مدوله‌شده استفاده می‌شود.

یکسوساز نیم‌موج دوگانه



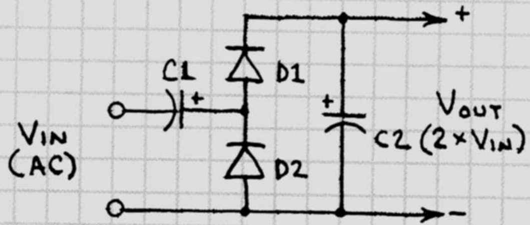
این مدار هر دو نیمه‌ی یک موج AC را به DC ضربانی تبدیل می‌کند.

یکسوساز تمام‌موج



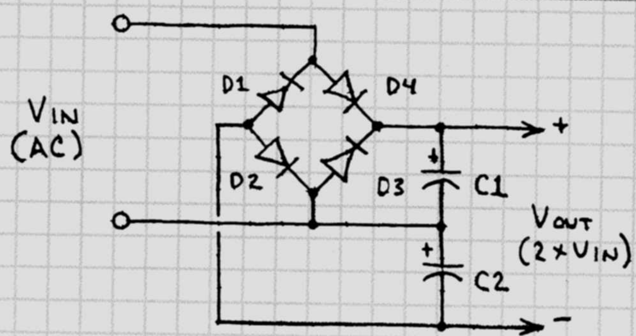
این یکسوساز به نام یکسوساز پل هم معروف است و برای تبدیل هر دو نیمه‌ی موج AC به DC استفاده می‌شود.

دوبرابرکننده ولتاژ زنجیره‌ای[1]



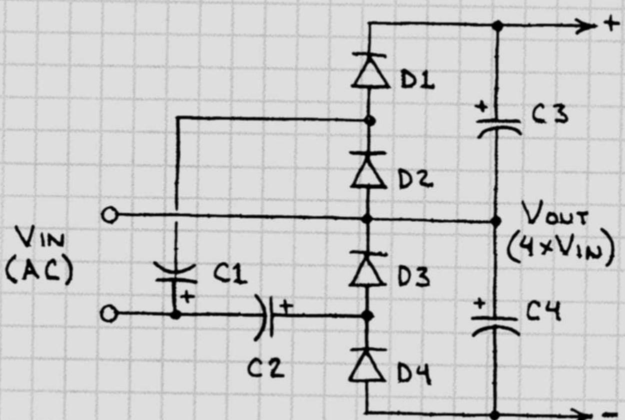
قطعات باید برای دو برابر ولتاژ ورودی برآورد شوند. برای کاهش موجک از خازن‌های پرظرفیت استفاده کنید.

دوبرابرکننده ولتاژ از نوع پل



قطعات باید برای دو برابر ولتاژ ورودی برآورد شوند. استفاده از پل پیش‌ساخته برای D1, D2, D3 و D4 مجاز است.

چهاربرابرکننده ولتاژ



قطعات باید برای دو برابر ولتاژ ورودی برآورد شوند. برای کاهش ایجاد موجک از خازن‌های پرظرفیت استفاده کنید.

__اخطار:__ مدارهای چندبرابرکننده ولتاژ میتوانند ولتاژهای بالایی ایجاد کنند. دقت کنید!

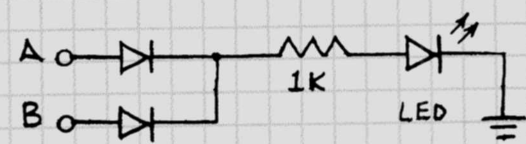
1 Cascade Voltage Doubler

گیت‌های منطقی دیودی

از این مدارهای منطقی ساده می‌توان برای آموزش مقدمات منطق دیجیتال و در کاربردهای عملی استفاده کرد.

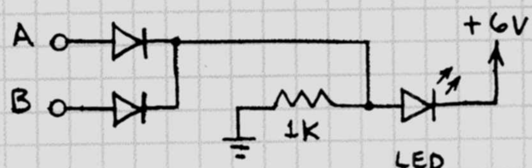
گیت اُر (دروازه‌ی «یا»)

0 = زمین
1 = +6V



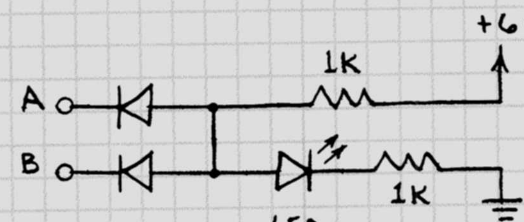
A	B	LED
0	0	خاموش
0	1	روشن
1	0	روشن
1	1	روشن

گیت نُور (دروازه‌ی نقیض «یا»)



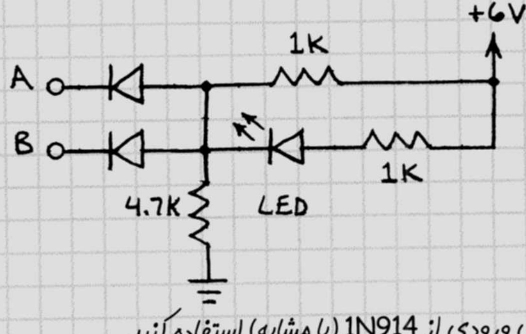
A	B	LED
0	0	روشن
0	1	خاموش
1	0	خاموش
1	1	خاموش

گیت اَند (دروازه‌ی «وَ»)



A	B	LED
0	0	خاموش
0	1	خاموش
1	0	خاموش
1	1	روشن

گیت نَند (دروازه‌ی نقیض «وَ»)

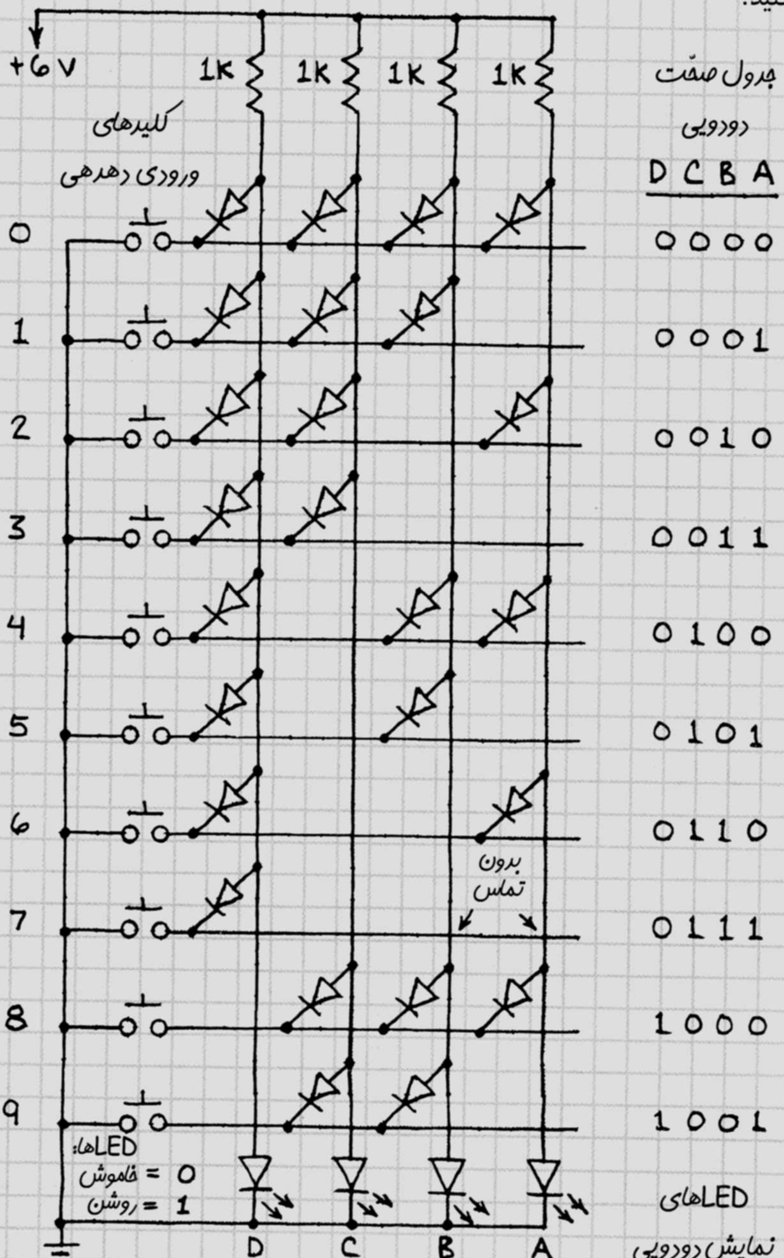


A	B	LED
0	0	روشن
0	1	روشن
1	0	روشن
1	1	خاموش

توجه: برای دیودهای ورودی از 1N914 (یا مشابه) استفاده کنید.

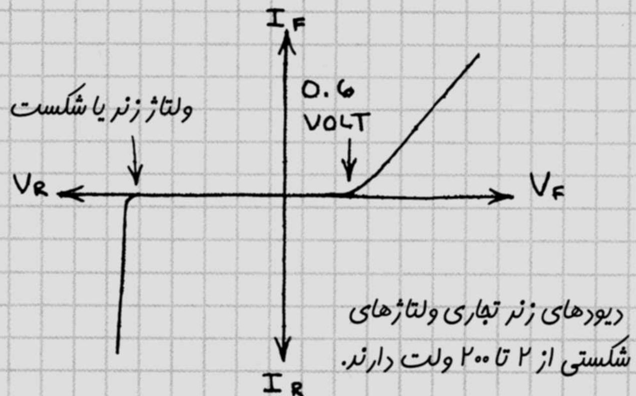
کُدگذار دهدهی به دودویی

این مدار یک حافظه‌ی فقط خواندنی قابل برنامه‌ریزی (PROM) است. از دیودهای 1N914 استفاده کنید.

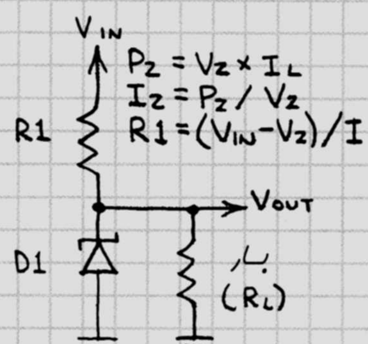


دیودهای زِنِر

به طور معمول، جریانْ، درون دیودی که در جهت معکوس وصل شده است، جاری نمی‌شود. دیود زِنِر به طور ویژه طراحی شده است تا زمانی که ولتاژ معکوس فراتر از مقدار آستانه (ولتاژ شکست) می‌رود، عبور جریان را در جهت معکوس آغاز کند. بنابراین، دیود زنر یک کلید حساس به ولتاژ می‌باشد. این نمودار به طور خلاصه عملکرد دیود زنر را نشان می‌دهد:



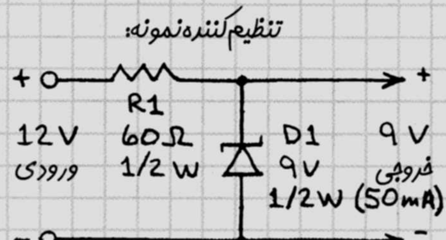
مدل تنظیم‌کننده ولتاژ



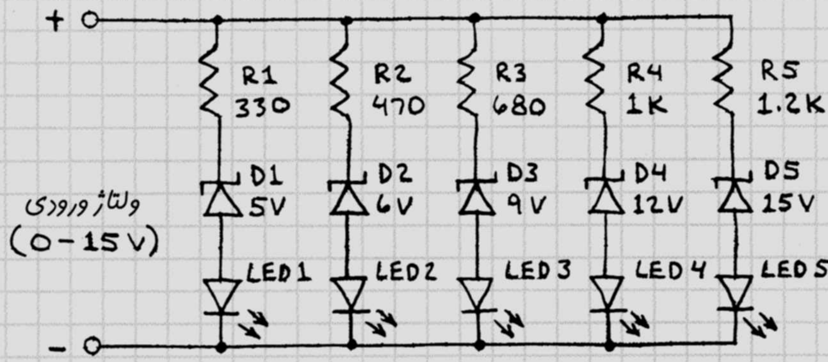
I_L = بیشینه‌ی جریان بار
I_Z = بیشینه‌ی جریان دیود زنر
I = جریان R1
V_Z = ولتاژ زنر
P_Z = جریان زنر

V_{IN} باید حداقل یک ولت بیشتر از V_{OUT} باشد و می‌تواند از صفر میلی‌آمپر تا مقدار بیشینه‌ی طرح‌ریزی شده تغییر کند. D1 و R1 باید توان مناسبی داشته باشند (از قانون اهم استفاده کنید).

تنظیم‌کننده نمونه:

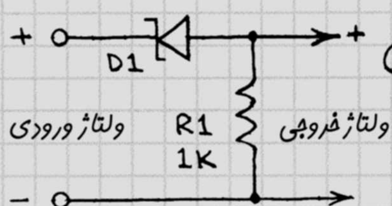


نشانگر ولتاژ



همان‌طـور که ولتاژ ورودی بالا می‌رود، LEDها هم به ترتیب روشــن می‌شــوند. اسـتفاده از زِنِرهــای گوناگون تــا اندازه‌ای مجاز اسـت که مقاومت‌های سِـری، جریــان را در LED به مقدار بی‌خطری محدود کنند.

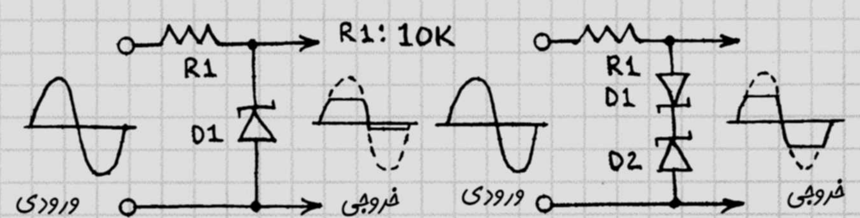
تغییردهنده[1] ولتاژ



مثال (D1 = 6.2V):

ولتاژ ورودی	ولتاژ خروجی
5	0
6	.36
9	3.17
12	6.37
15	9.27

بُرشگرهای شکل موج



برای کاهش سطح سیگنال وارده استفاده کنید. همچنین موج سینوسی را به موجی تقریباً مربعی تبدیل می‌کند.

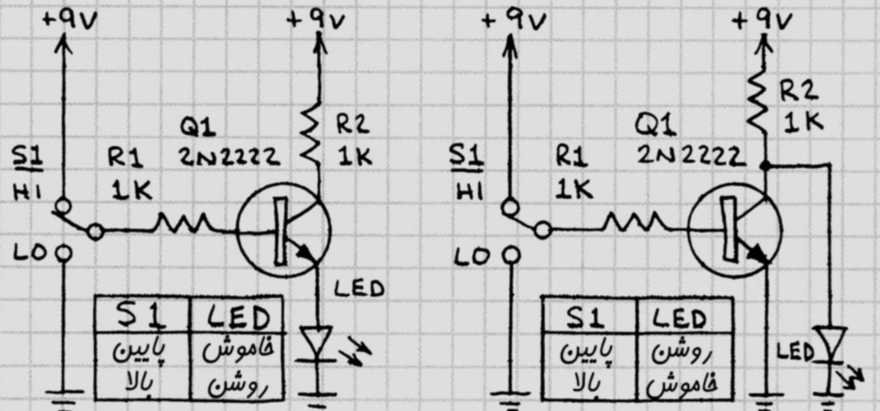
هر دو نیمه‌ی موج را (زمانی که D1 = D2 به طور مساوی) برش می‌دهد. به عنوان پارازیت‌گیر برای بلندگوها و تلفن‌ها استفاده کنید.

1 Shifter

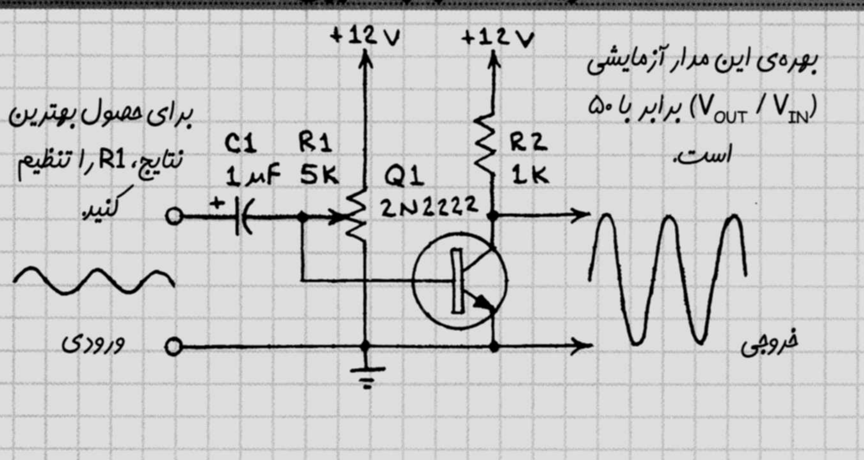
ترانزیستورهای دوقطبی

یک ترانزیستور دوقطبی وسیله‌ای نیمه‌رسانا با ۳ پایانه است که در آن جریانی کوچک در یک پایانه می‌تواند جریان بسیار بزرگتری را کنترل کند که میان ترمینال‌های دوم و سوم در جریان است. این به آن معناست که ترانزیستورها می‌توانند هم به عنوان تقویت‌کننده و هم کلید [راهگزین] عمل کنند. ترانزیستورهای دوقطبی برطبق ناخالصی موجود در سه ناحیه‌ی آنها به صورت NPN یا PNP طبقه‌بندی می‌شوند.

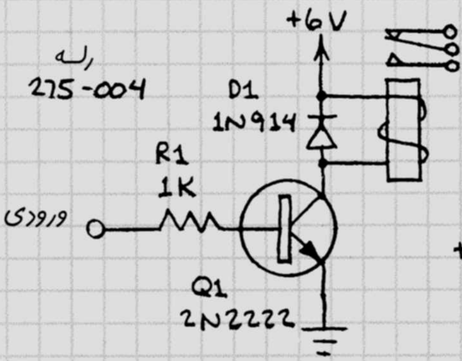
کلیدهای [راه‌گزین] ترانزیستوری ساده



تقویت‌کننده ترانزیستوری ساده



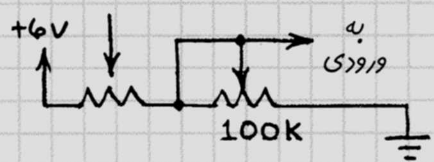
راه انداز رله[1]



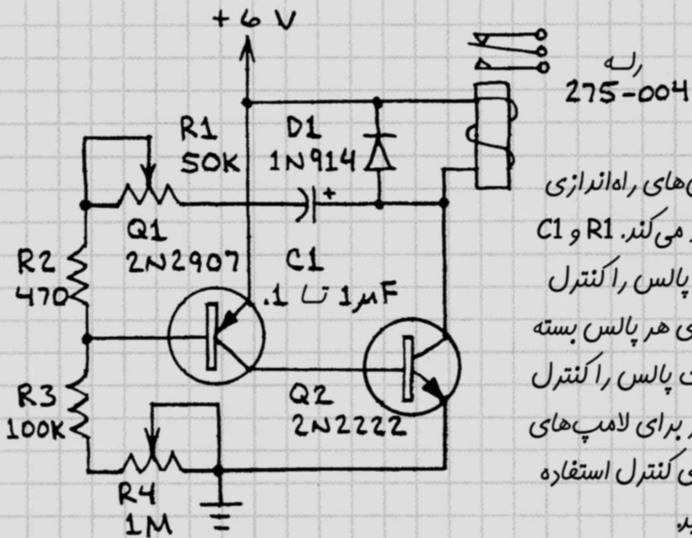
هنگامی که ورودی مثبت است، رله متوقف یا بسته می‌شود.

کاربرد:

حسگر مقاومتی یا میل آزمون‌های حس گر رطوبت

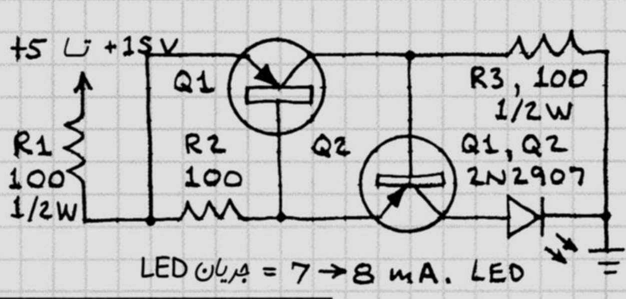


فرمان رله



رشته‌ای از پالس‌های راه‌اندازی را برای رله تولید می‌کند. R1 و C1 سرعت و زمان پالس را کنترل می‌کنند. رله به ازای هر پالس بسته است. R4 سرعت پالس را کنترل می‌کند. از این مدار برای لامپ‌های فلاش و موتورهای کنترل استفاده کنید.

تنظیم‌کننده LED

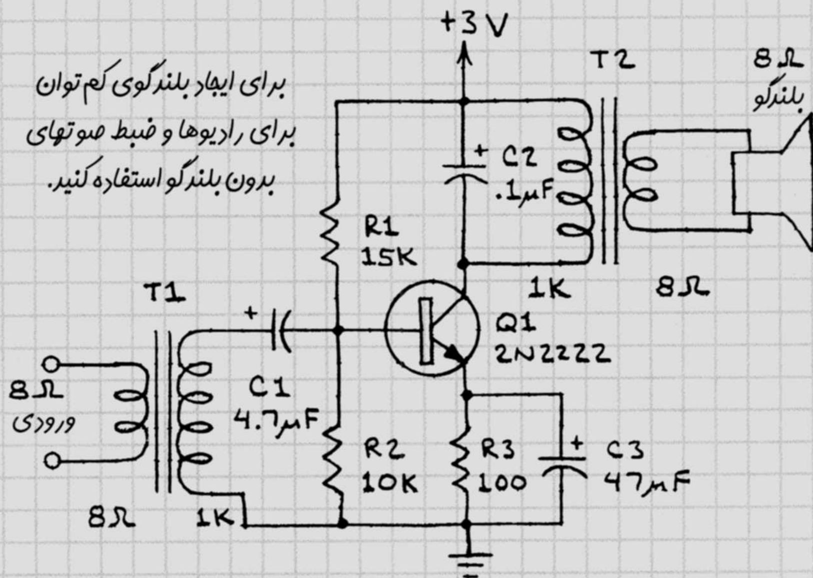


زمانی که ولتاژ تغییر می‌کند، برای LED جریان ثابتی فراهم می‌آورد.

1 Relay Driver

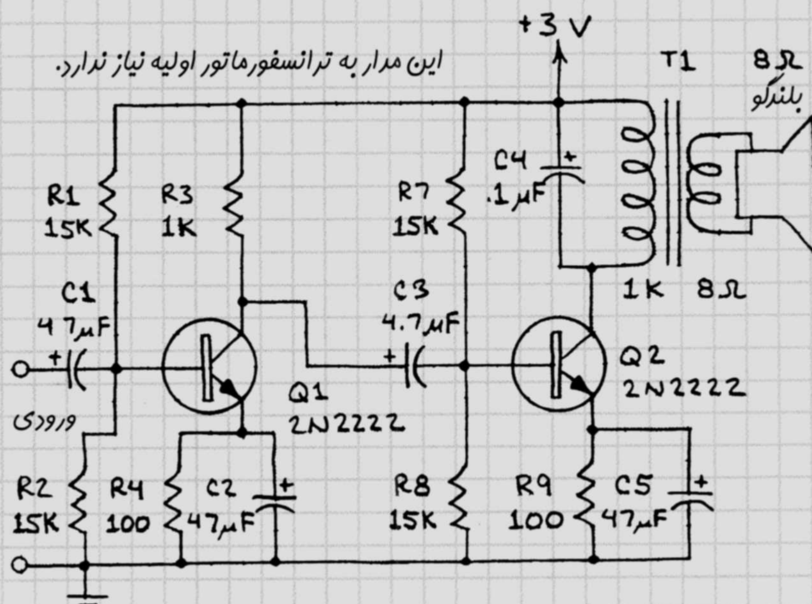
تقویت‌کننده‌ی بلندگوی ۳ولتی

برای ایجاد بلندگوی کم‌توان برای رادیوها و ضبط صوت‌های بدون بلندگو استفاده کنید.



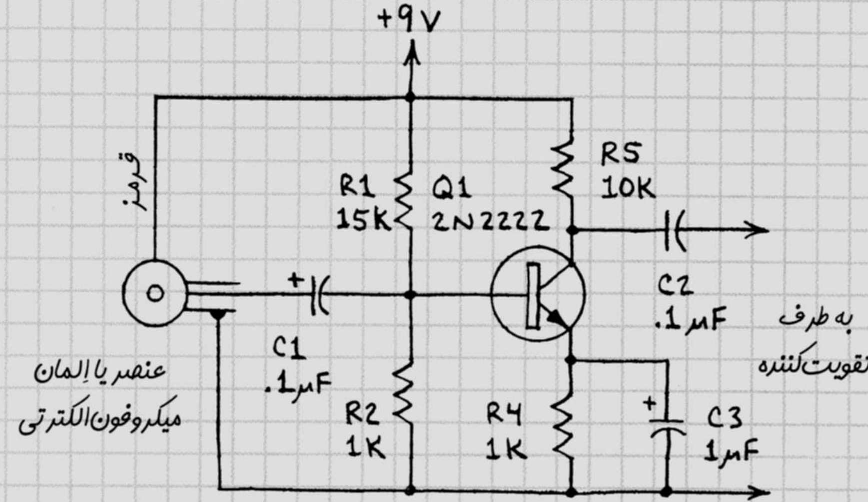
تقویت‌کننده‌ی بلندگوی ۲ طبقه

این مدار به ترانسفورماتور اولیه نیاز ندارد.



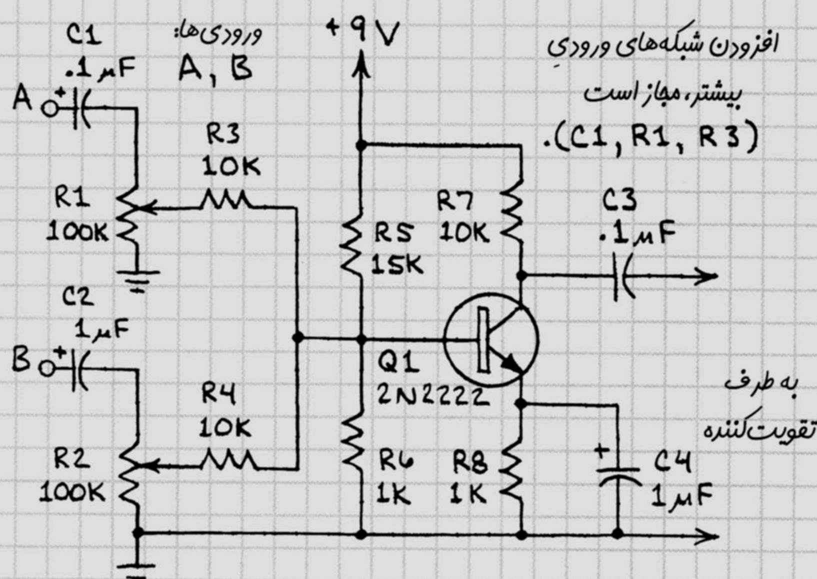
برای ایجاد بلندگوی کم توان برای رادیوها و ضبط صوت‌های بدون بلندگو استفاده کنید.

پیش تقویت کننده میکروفون



همـراه ضبط صوتهـا، بلندگوهای مخصوص اماکـن عمومی و تقویت‌کننده‌هـای قابل حمل استفاده کنید.

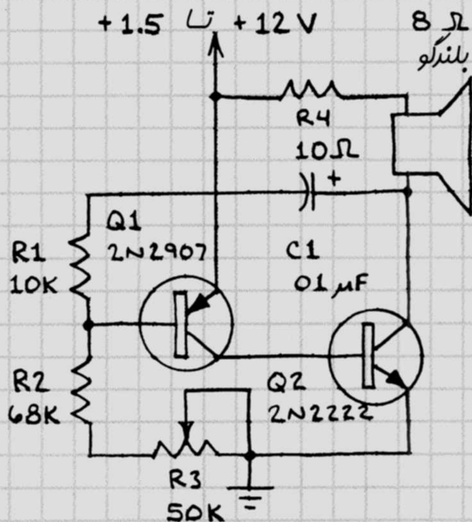
آمیزنده (میکسر) صوتی[1]



برای ترکیب سـیگنالهای حاصـل از دو (یا بیشـتر) تقویت‌کننده، میکروفون و غیره اسـتفاده کنید.

1 Audio Mixer

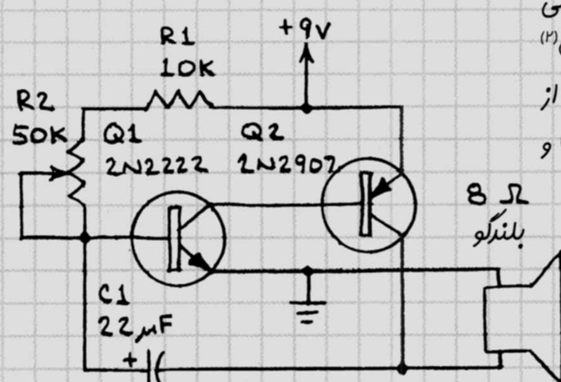
نوسانگر صوتی



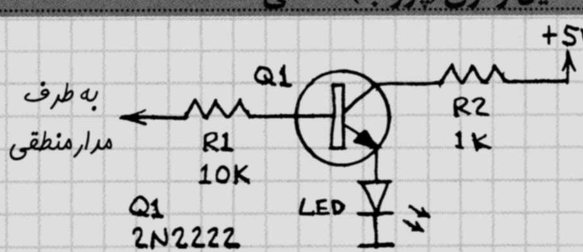
این مدار با مقادیر نشان داده شده، طنینی صوتی تولید می‌کند که بسامد آن فراتر از چندین هزار هرتز می‌رود. بسامد توسط R3 کنترل می‌شود. استفاده از ترانزیستورهای بسیار گوناگون برای Q1 و Q2 مجاز می‌باشد. برای بسامدهای بسیار پایین، C1 را افزایش دهید.

مترونوم[1]

این مدار نوع دیگری از مدار قبلی است. R2 سرعت «تیک»[2] (کلیک) را کنترل می‌کند. استفاده از ترانزیستورهای مختلف برای Q1 و Q2 مجاز است.



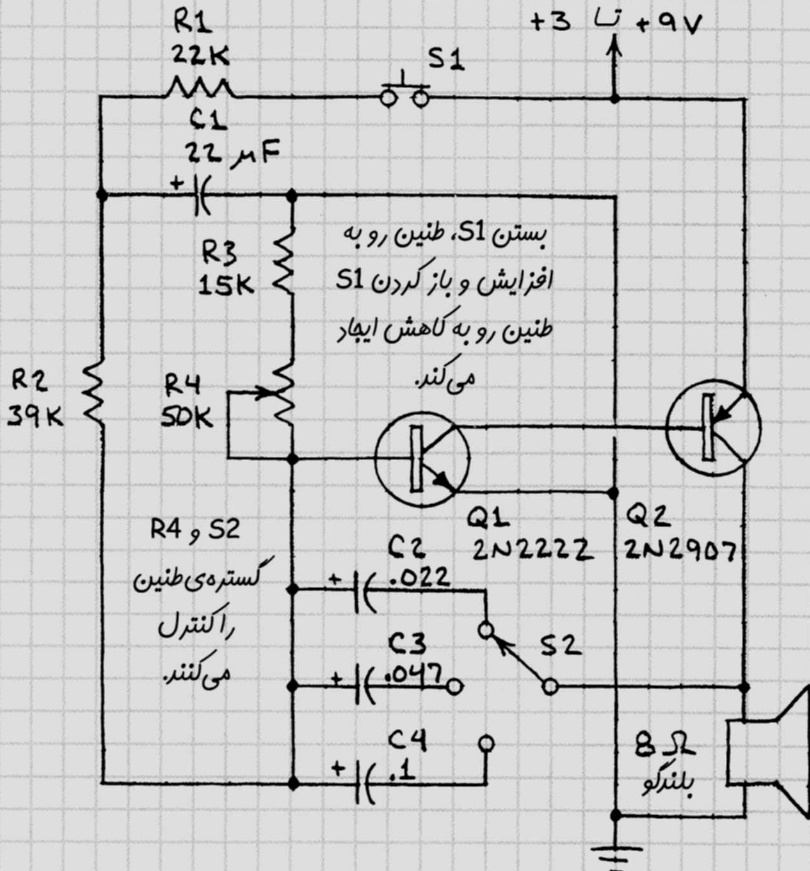
میل‌آزمون (پروب) منطقی



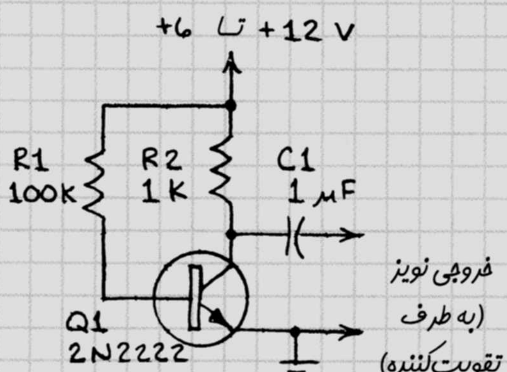
LED	ورودی منطقی
خاموش	پایین
روشن	بالا

1 Metronome
2 "Click" Rate

آژیر تنظیم‌پذیر



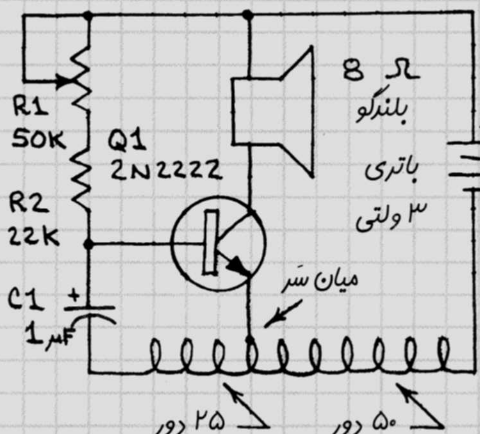
مولد نویز صوتی[1]



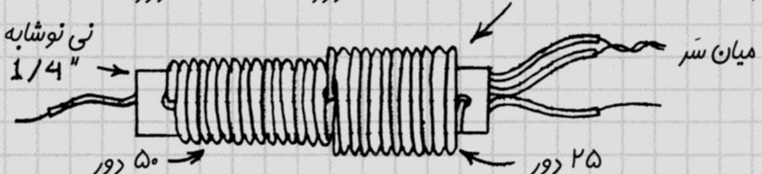
برای ایجاد تداخل در صدا و دیگر جلوه‌های ویژه یا به عنوان منبع نویز برای آزمایش کیفیت صوتی اتاق[2] با صداسنج استفاده کنید.

1 Audio Noise Generator
2 Acoustics

نوسانگر یک ترانزیستوری



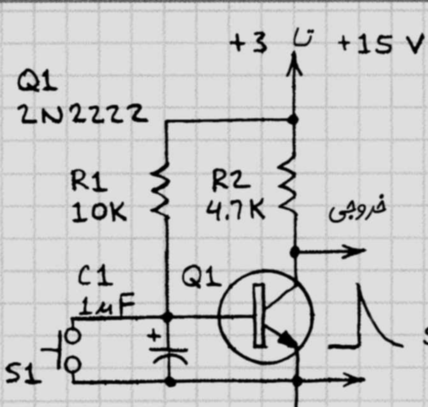
این یک نوسانگر هارتلی[1] ساده شده است. R1 را طوری تنظیم کنید تا بسامد صوت را تغییر دهد. تنها ۱۰۰ تا ۲۰۰ میکروآمپر مصرف میکند.



سیم‌پیچ یا پیچه: دو سوراخ کوچک به فاصله‌ی ۸/۱-۱اینچ جدا از هم روی نی ایجاد کنید. سیم را درون اولین سوراخ وارد کنید، ۵۰ دور بپیچانید، حلقه‌ی سیم را وارد دومین سوراخ بکنید، و ۲۵ دور به عقب بپیچانید. در انتهای اولین سیم پیچیده سوراخی ایجاد کنید و انتهای سیم را وارد کنید.

میان‌سر: حلقه را قطع کنید و سیم‌های بیرون‌آمده را به هم بپیچید.

لرزه‌گیر کلید[2]



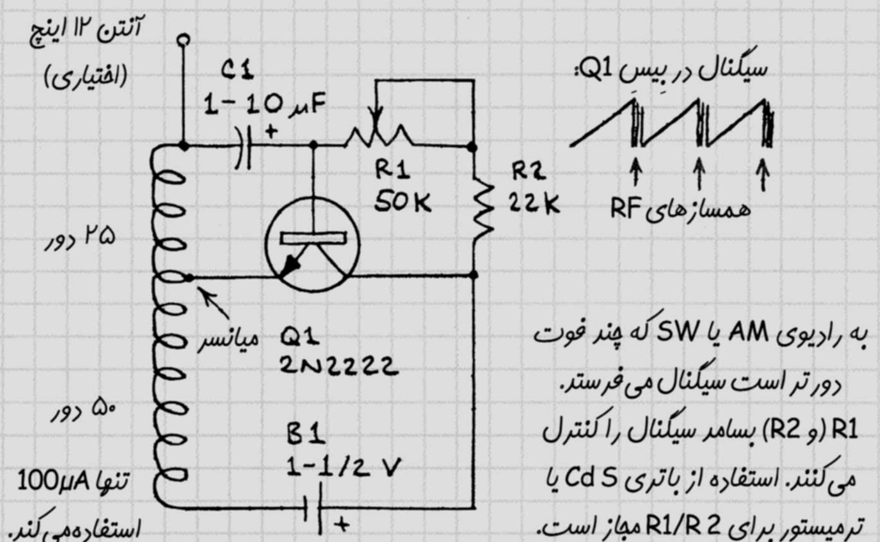
پالس تریگر(آغازگر) تکی برای مدارهای منطقی تأمین می‌کند. کلید زمانی که بسته است، به خودی خود «برخواهد گشت» و سبب ایجاد پالس‌های کاذب می‌شود.

برای اینکه بعد از یک پالس، ثانیه‌ای S1 را ببندید، C1 = 220µF قرار دهید.

1 Hartley Oscillator
2 Switch Debouncer

فرستنده RF مینیاتوری

این مدار پس از طراحی یک فرستنده زیست دورسنج[1] بسیار ظریف نخست توسط دکتر آر استوارت مک کِی و دیگر محققان پزشکی در اواخر دهه ۱۹۵۰، شکل گرفته است. این فرستنده هنوز یکی از کوچکترین فرستنده‌هایی است که تا به حال ابداع شده است.



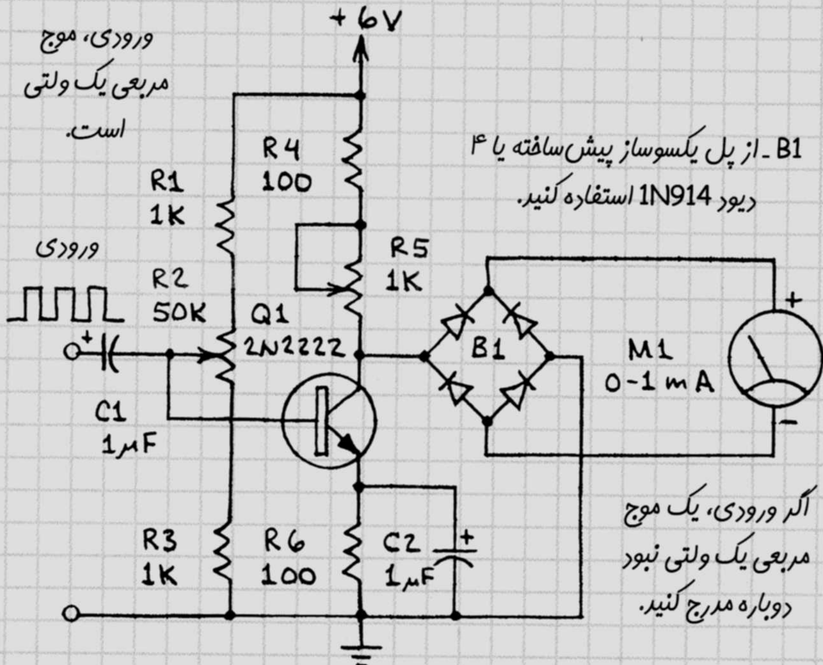
سیم‌پیچ یا پیچه: از پیچه‌ی صفحه‌ی قبل استفاده کنید یا با یک نی نوشابه به طول ۰/۵ اینچ و سیم مغناطیسی شماره ۳۰ یک مدل بسیار کوچکتر درست کنید. لاک عایق ۰/۲۵ اینچ از انتهای سیم‌های رابط پیچه را با کبریت بسوزانید. سپس باقی‌مانده‌ی لاک عایق سوخته را با کاغذ سنباده‌ی مناسب، آهسته صیقل دهید.

B۱: از یک باتری سبک[2] یا باتری جیوه‌ای یا باتری دکمه‌ای اکسید نقره استفاده کنید.
اخطار: هرگز سعی نکنید سیم‌های رابط را به پیل‌های قدرت مینیاتوری لحیم کنید، زیرا منفجر خواهند شد.

C۱: 0.1μF طنین صوتی ایجاد می‌کند؛ 10μF صدای تیک قابل شنیدن ایجاد می‌کند. برای تغییر دادن سیگنال، یک هسته‌ی فریتی یا میخ فولادی را وارد پیچه کنید. از خازن الکترولیتی مینیاتوری استفاده کنید.

---
1 Biotelemetry Transmitter
2 Penlight

بسامدسنج



این مدار برای مصارف ویژه مناسب است نه برای اندازه‌گیری‌های بسامد عمومی. برای کالیبره کردن در گستره‌ی ۰ تا ۱ کیلوهرتز:

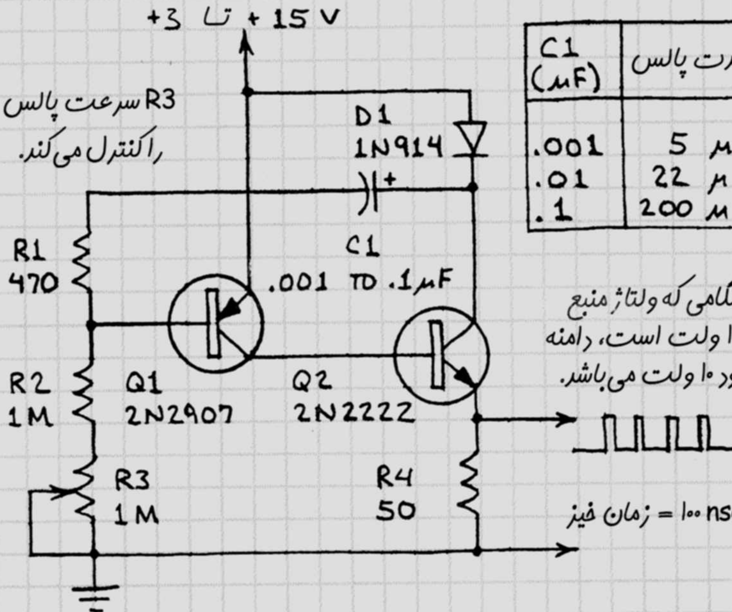
۱. R2 و R5 را در نقطه‌ی میانی قرار دهید.
۲. در ورودی، موج مربعی یک ولتی یک کیلوهرتزی به‌کار ببرید.
۳. R2 را طوری تنظیم کنید تا M1 برابر با یک میلی‌آمپر شود.
۴. یک کیلوهرتز سیگنال حذف کنید.
۵. R3 را طوری تنظیم کنید تا M1 برابر با صفر شود.
۶. دوباره یک کیلوهرتز سیگنال اِعمال کنید.
۷. R2 را طوری تنظیم کنید تا M1 برابر با یک میلی‌آمپر شود.

نتایج معمول:

سیگنال (Hz)	M1 (mA)
0	.02
100	.1
200	.24
300	.34
400	.44
500	.55
600	.65
700	.77
800	.85
900	.95
1000	1.00

مولّد پالس

R3 سرعت پالس را کنترل می‌کند.

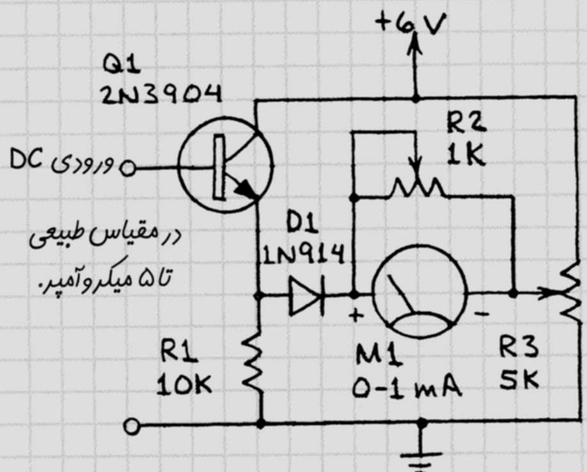


C1 (µF)	طول مدت پالس
.001	5 µSEC
.01	22 µSEC
.1	200 µSEC

هنگامی که ولتاژ منبع ۱۲/۵ ولت است، دامنه حدود ۱۰ ولت می‌باشد.

زمان خیز = ۱۰۰ nsec

تقویت‌کننده DC سنج

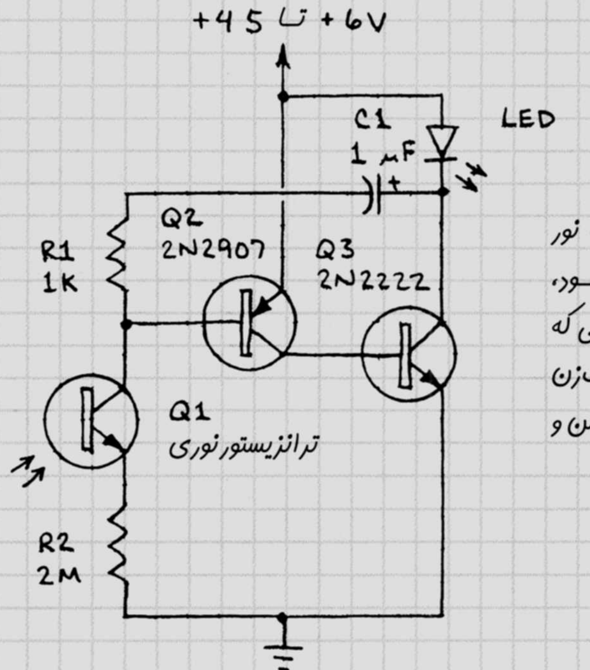


در مقیاس طبیعی تا ۵ میکروآمپر.

برای کالیبره کردن، ابتدا ورودی را از طریق یک 1M POT و یک مولتی‌متر دیجیتال که برای سنجش جریان برحسب میلی‌آمپر تنظیم شده، به ۶ ولت وصل کنید. سپس R2 را در نقطه‌ی میانی‌اش تنظیم کنید. بعد:

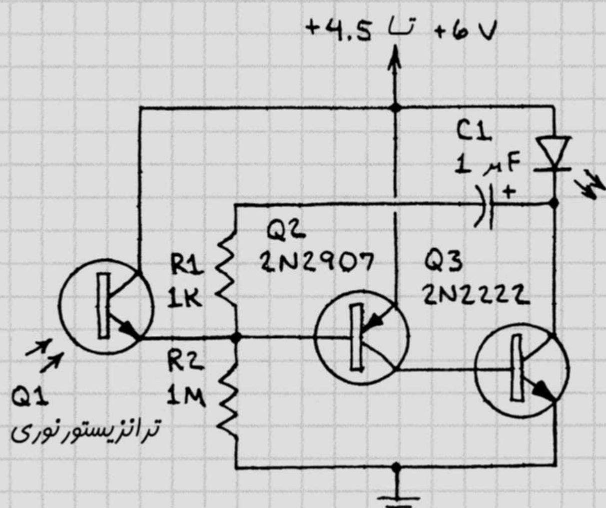
۱. 1M POT را برای جریان مطلوب تنظیم کنید.
۲. R3 را طوری تنظیم کنید تا M1 مقدار یک میلی‌آمپر را نشان دهد.
۳. مراحل یک و دو را تکرار کنید.
۴. R2 را طوری تنظیم کنید تا M1 مقدار یک میلی‌آمپر را نشان دهد.

چشمک‌زن فعال‌شونده با نور [1]



هنگامی که نور خورشید یا نور مصنوعی به Q1 تابیده می‌شود، LED چشمک می‌زند. هنگامی که Q1 در تاریکی است، چشمک‌زن از کار می‌افتد. C1 سرعت روشن و خاموش‌شدن را کنترل می‌کند.

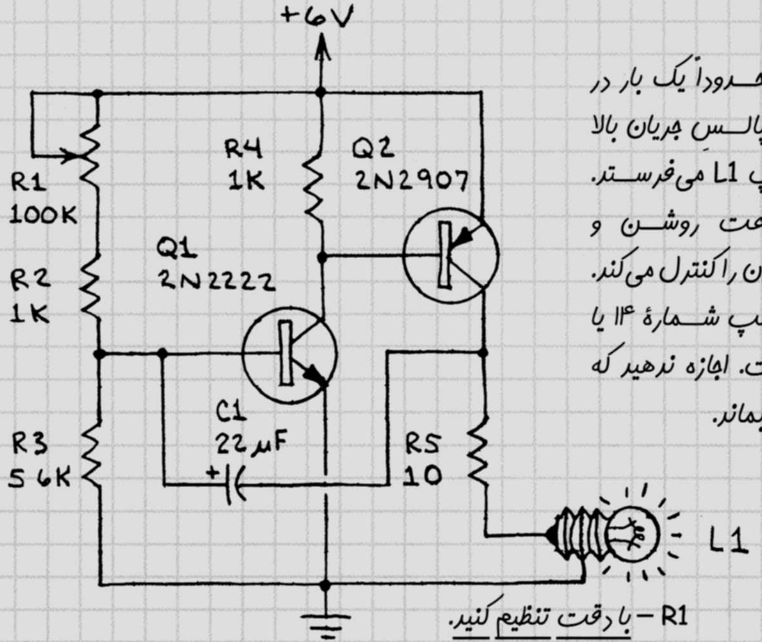
چشمک‌زن فعال‌شونده در تاریکی [2]



از این مدار می‌توان به عنوان چراغ خطری استفاده کرد که در شب روشن می‌شود. C1 سرعت روشن و خاموش‌شدن را کنترل می‌کند.

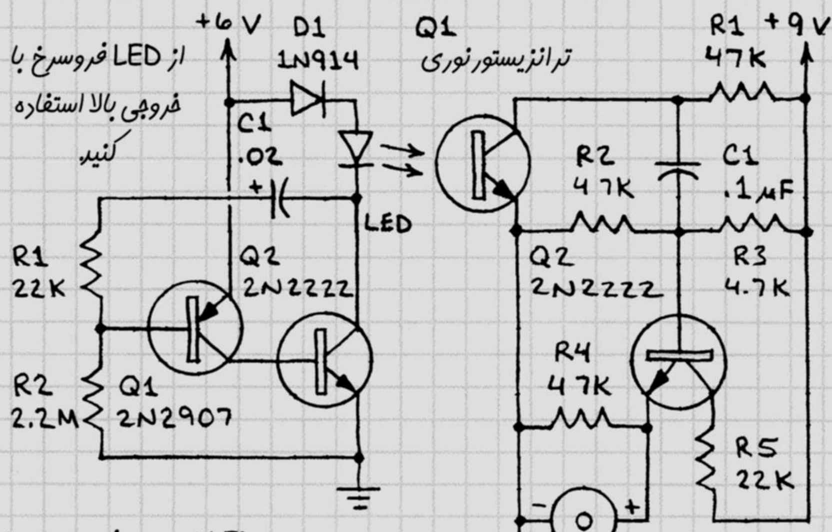
1 Light-activated Flasher
2 Dark-activated Flasher

چشمک‌زن با درخشندگی زیاد



این مدار حدوداً یک بار در ثانیه یک پالسِ جریان بالا را به لامپ L1 می‌فرستد. R1 سرعت روشن و خاموش شدن را کنترل می‌کند. L1 یک لامپ شمارهٔ ۱۴ یا ۲۴۳ است. اجازه ندهید که L1 روشن بماند.

فرستنده/گیرنده‌ی LEDدار



روی پرتوی LED طنین می‌فرستد. لنزها گستره عملکرد را افزایش می‌دهند.

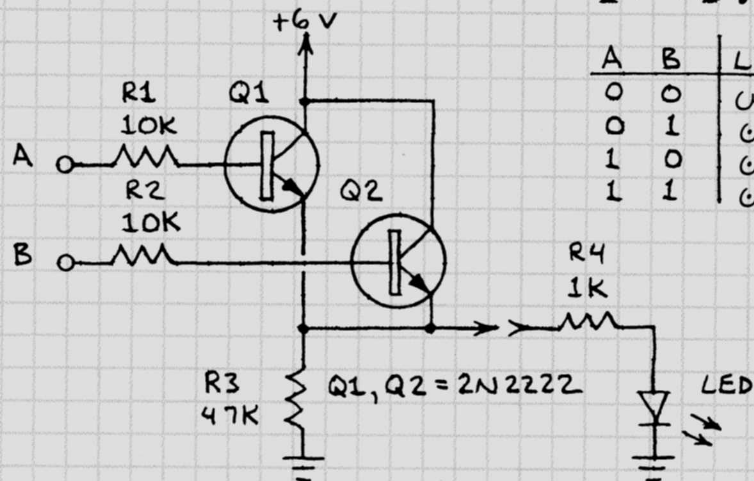
منطق مقاومت-ترانزیستور

از ایـن مدارهای منطقـی می‌توان برای آموزش اصول منطق دیجیتال و کاربردهای عملی آن استفاده کرد.

گِیت اُر

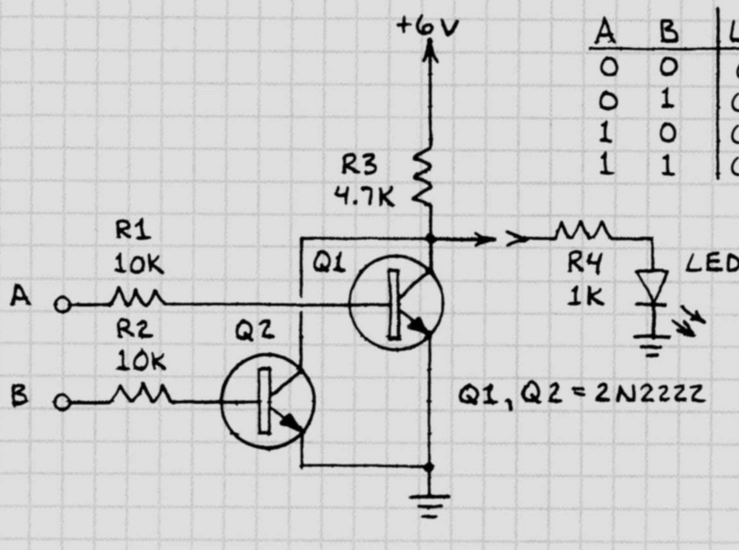
0 = زمین
1 = +6 V

A	B	LED
0	0	خاموش
0	1	روشن
1	0	روشن
1	1	روشن

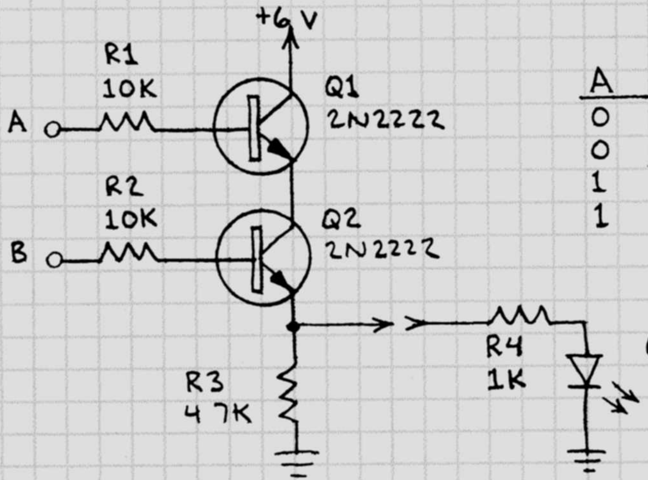


گِیت نُور

A	B	LED
0	0	روشن
0	1	خاموش
1	0	خاموش
1	1	خاموش

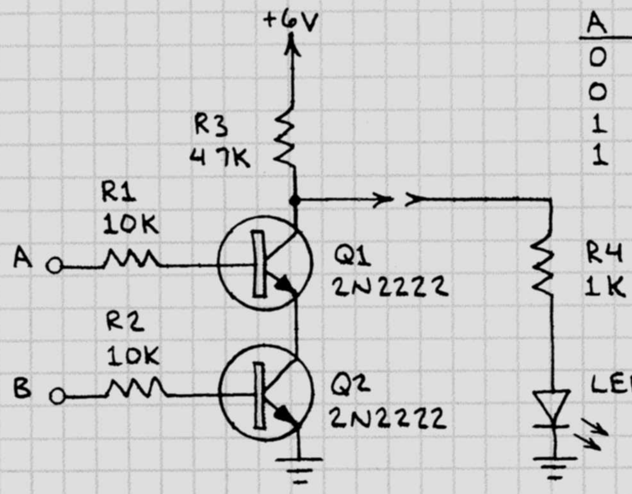


گیت اَند



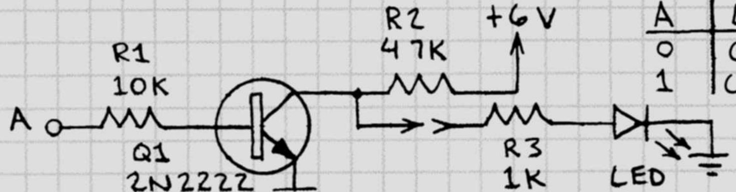
A	B	LED
0	0	خاموش
0	1	خاموش
1	0	خاموش
1	1	روشن

گیت نَند



A	B	LED
0	0	روشن
0	1	روشن
1	0	روشن
1	1	خاموش

معکوس‌کننده

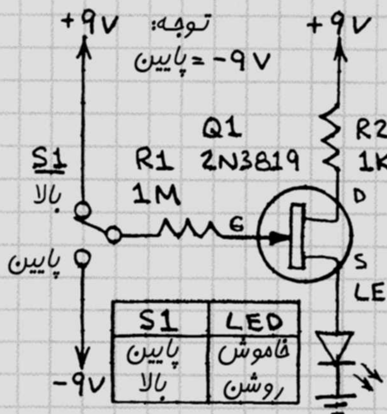


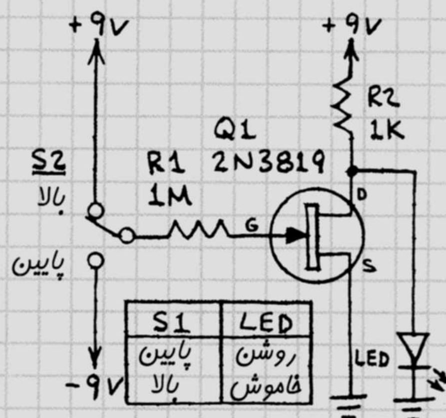
A	LED
0	روشن
1	خاموش

FETهای پیوندگاه

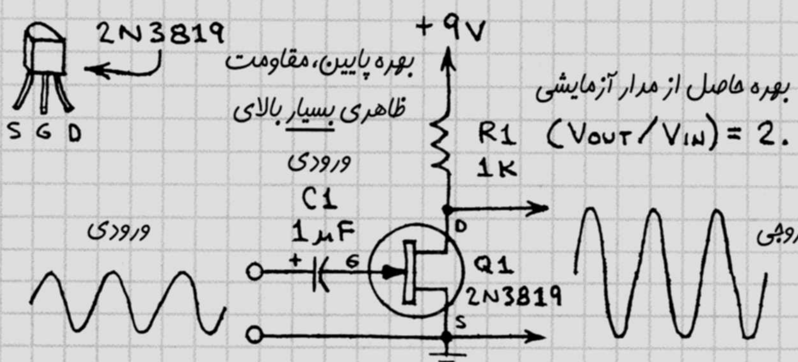
ترانزیستور پیوندگاه با اثر میدان (FET)، یک وسیله‌ی نیمه‌هادی با ۳ پایانه است که در آن یک ولتاژ کوچک در یک پایانه می‌تواند عبور جریان میان پایانه‌های دوم و سوم را کنترل کند. FETها می‌توانند هم به منزله‌ی تقویت‌کننده و هم کلید [راه‌گزین] عمل کنند. مزیت اصلی FET، مقاومت ظاهری بسیار بالای ورودی‌اش (گِیت) می‌باشد. FETها به صورت کانال N یا P براساس ناخالصی ناحیه کانال حامل جریان، طبقه‌بندی می‌شوند.

کلیدهای [راه‌گزین] FET ساده (N-FET)





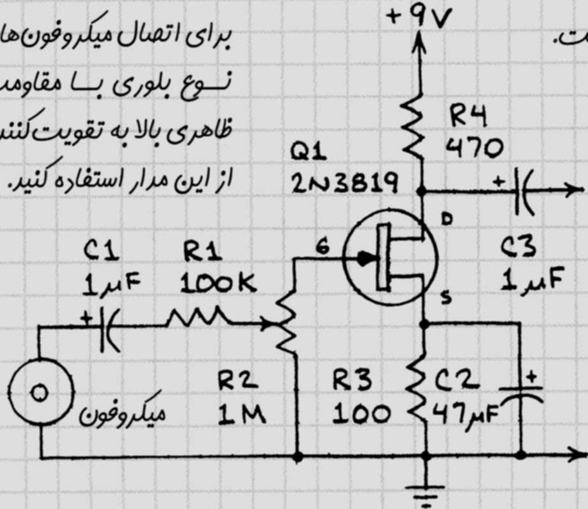
تقویت‌کننده FET ساده (N-FET)



پیش تقویت‌کننده میکروفون HI-Z (با امپدانس بالا)

برای اتصال میکروفون‌های نوع بلوری با مقاومت ظاهری بالا به تقویت‌کننده، از این مدار استفاده کنید.

R2 کنترل کننده‌ی بهره است.



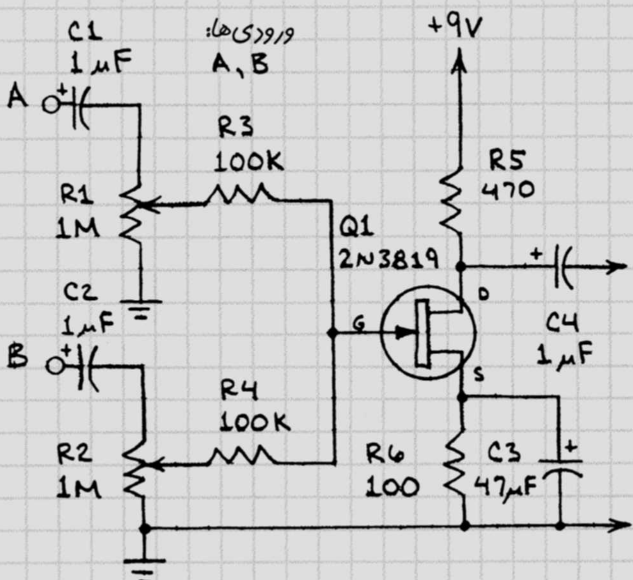
به طرف تقویت کننده

سیم‌های رابط به میکروفون را کوتاه نگه دارید یا از کابل پوشش‌دار استفاده کنید.

آمیزنده صوتی HI-Z (با امپدانس بالا)

ورودی‌ها: A، B

R1 و R2 بهره‌ی ورودی‌های A و B را کنترل می‌کنند.



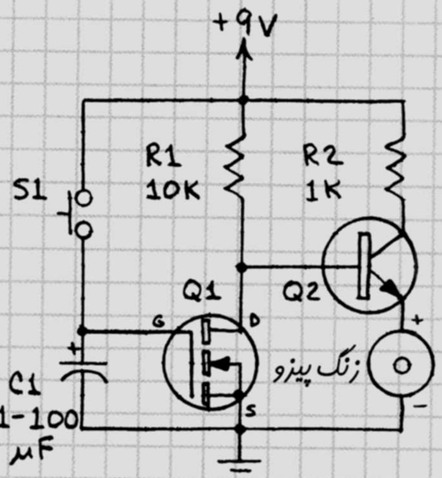
به طرف تقویت کننده

برای ترکیب سیگنال‌های حاصل از دو میکروفون، پیش تقویت‌کننده، و غیره یا بیشتر، از این مدار استفاده کنید.

MOSFET (ماس‌فِت)های قدرت

یک FET نیمه‌رسانای اکسید فلز (MOSFET) یک گِیت دارد که از کانال توسط یک اکسید شیشه‌ای بسیار نازک عایق شده است. بنابراین، مقاومت ظاهریِ ورودی ماس‌فِت به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از FETهای استاندارد است. ماس فِت‌های قدرت، کانال با مقاومت بسیار پایینی دارند. بنابراین، می‌توانند جریان بسیار بیشتری را نسبت به FETها کنترل کنند.

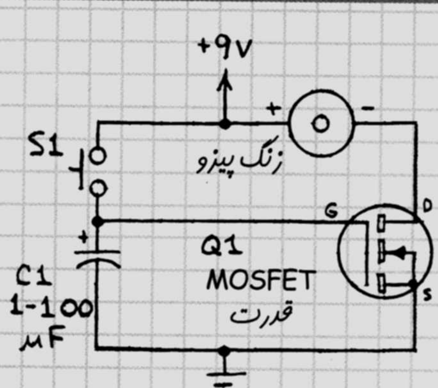
تایمر[1] روشن ـ بعد از ـ تأخیر



S1 را فشار دهید تا C1 شارژ شود. پس از اینکه C1 خودش را تخلیه کند زنگ پیزو صدا می‌دهد. مقادیر زیاد برای C1، تأخیر را افزایش می‌دهد. برای کاهش تأخیر، به دو سر C1، یک مقاومت با مقدار بالا وصل کنید.

Q1- MOSFET قدرت
Q2- 2N2222.

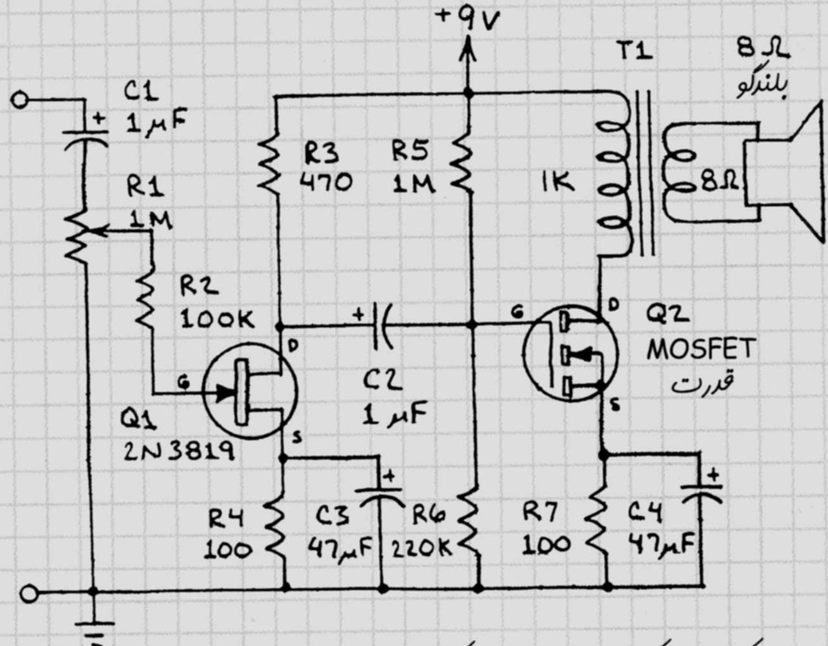
تایمر روشن ـ در خلال ـ تأخیر



S1 را فشار دهید تا C1 شارژ شود. تا زمانی که C1 خودش را تخلیه کند زنگ پیزو صدا می‌دهد. C1 را افزایش دهید تا تأخیر افزایش پیدا کند. اتصال یک مقاومت به دو سر C1، تأخیر را کاهش خواهد داد.

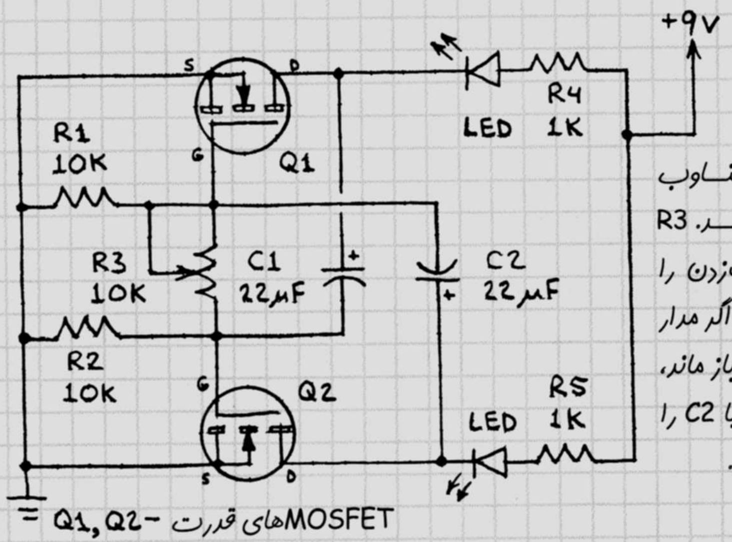
1 Timer (زمان‌سنج)

تقویت‌کننده بلندگوی HI-Z (با امپدانس بالا)



R1 بهره را کنترل می‌کند. ورودی میتواند میکروفون با مقاومت ظاهری بالا، رادیو و غیره باشد.

چشمک‌زن با دو LED

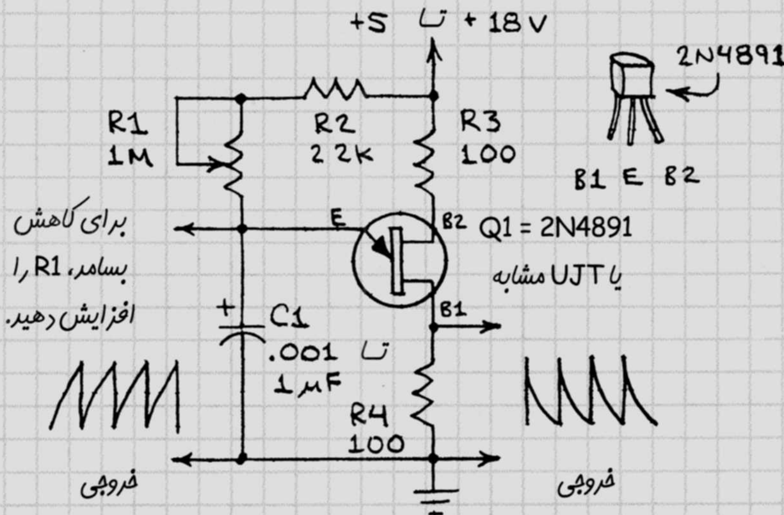


LEDهـا بـه تنـاوب چشـمک می‌زننـد. R3 سرعت چشمک‌زدن را کنترل می‌کنـد. اگر مدار از چشمک زدن باز ماند، به سرعت C1 یا C2 را اتصال کوتاه کنید.

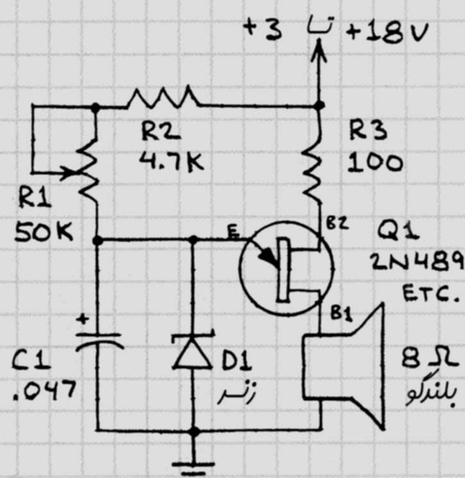
ترانزیستورهای تک پیوندی

ترانزیستور تک پیوندی (UJT)، یک کلید [راهگزین] با ولتاژ کنترل شده می‌باشد و یک ترانزیستور واقعی نیست. UJT برای بسیاری از کاربردهای نوسانگر کاملا مناسب است.

نوسانگر UJT ساده

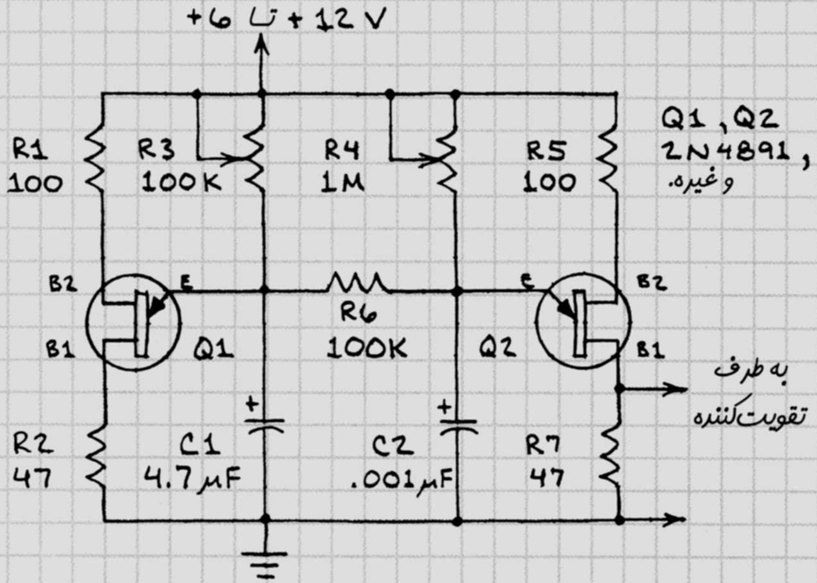


نشانگر ولتاژ پایین



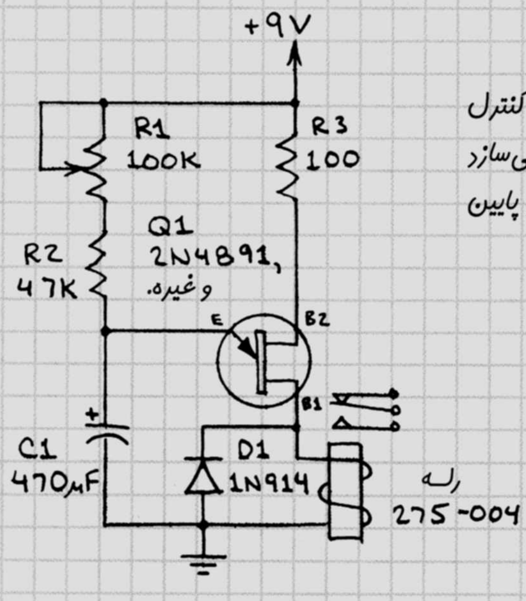
هنگامی که ولتاژ منبع به پایین‌تر از ولتاژ روشن شدن D1 می‌رسد، طنین اخطار به صدا در می‌آید. D1 را برای ولتاژ دلخواه انتخاب کنید. استفاده از یک خازن ثابت تکی برای R1 و R2 (4/7K- بسامد ۲/۸ کیلوهرتز تولید می‌کند) مجاز است.

مولّد جلوه‌های صوتی



این مدار صدای جیرجیری تولید می‌کند که بسامدش توسط R4 کنترل می‌شود. R3 سرعت آن را کنترل می‌کند.

زمان‌سنج یک دقیقه‌ای



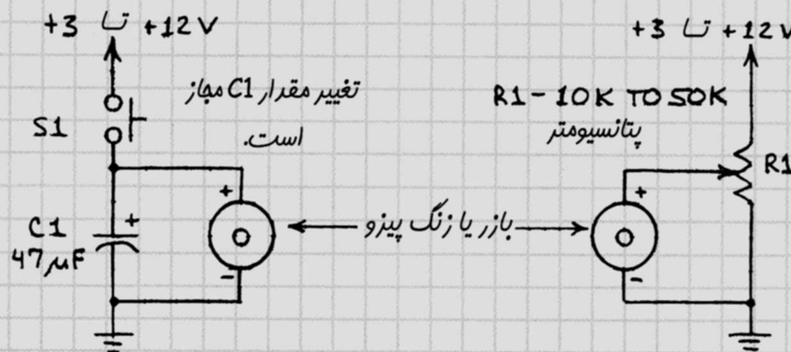
این مدار در یک چرخه‌ی تکراریِ کنترل شده توسط R1، رله را متوقف می‌سازد یا می‌بندد. رله باید از نوع ولتاژ پایین باشد.

R1 + R2 (اهم)	تأخیر (ثانیه)
10K	7
15K	10
22K	12
47K	27
100K	68

زنگ‌ها (بازرها)ی پیزوالکتریک

زنگ‌های پیزو صدای گوش خراشی را در ولتاژ و جریان راه‌اندازی پایین ایجاد می‌کنند.
اخطار: هنگامی که زنگ‌های پیـزو را در فواصل اندک برای زمان طولانی، آزمایش می‌کنید، از محافظ گوش استفاده کنید.

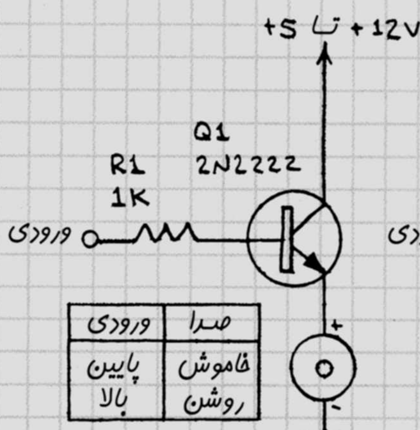
زنگ اخبار[1] / کنترل شدت صوت



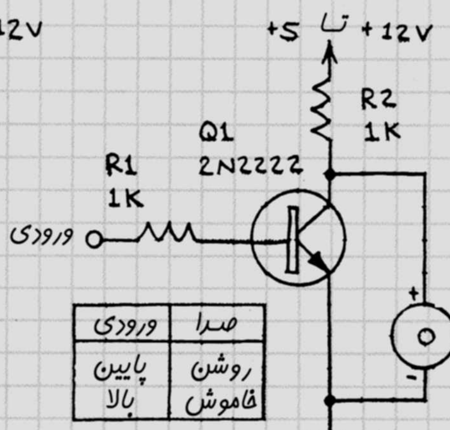
برای شبیه‌سازی زنگ اخبار، S1 را فشار دهید و رها کنید.

R1 بلندی صدا را کنترل می‌کند.

واسط‌ها (میاناها)ی منطقی[2]



ورودی	صدا
پایین	خاموش
بالا	روشن

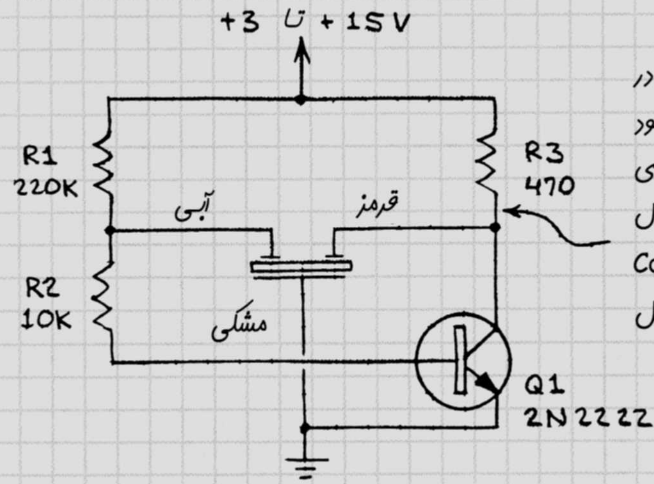


ورودی	صدا
پایین	روشن
بالا	خاموش

1 Bell
2 Logic Interfaces

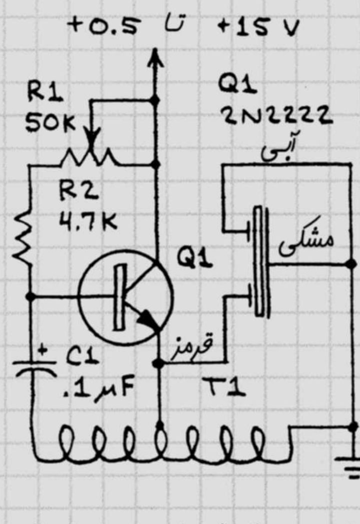
راه‌اندازهای اِلمان پیزو[1]

طنین ثابت

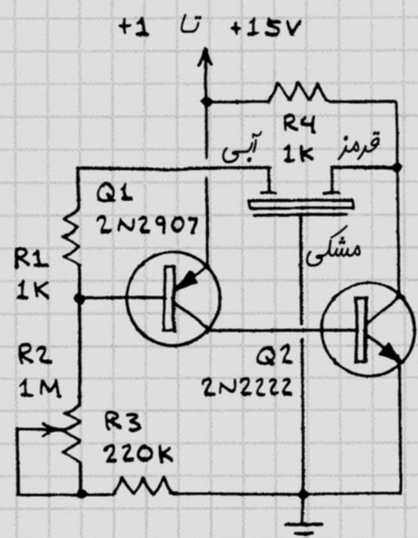


برای طنینی که در تاریکی فعال می‌شود یا در اینجا برای طنینی که با نور فعال می‌شود، باتری Cd S را به R1 متصل کنید.

بسامد تنظیم‌پذیر



T1، اولیه‌ی ترانسفورماتور صوتی با میانسر (انشعاب میانی) (از مؤسسهٔ Radishack با شماره قطعه 1380-273) است. R1 بسامد را کنترل می‌کند.



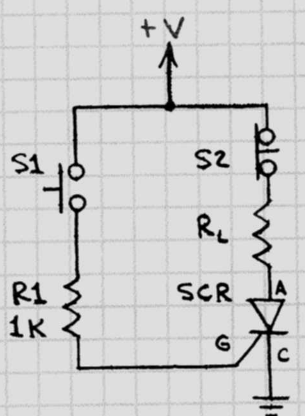
این مدار را می‌توان به آسانی ریزسازی کرد. R2 بسامد را کنترل می‌کند.

1 Piezo-Element Drivers

یکسوسازهای سیلیکونی فرمان‌پذیر

یکسوساز سیلیکونی فرمان‌پذیر (SCR) یک کلید حقیقی روشن-خاموش حالتِ جامد می‌باشد. SCR با یک جریان کوچک در پایانه‌ی دروازه (گِیت)اش روشـن می‌شود. SCR روشن می‌ماند تا زمانی که جریان درون آن به کمتر از سطحی کمینه برسد (I_H یا جریان نگهدارنده).

کلید فشاری قفلی (چفت‌شدگی)[1]



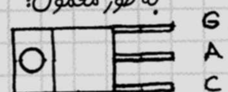
S1 - فشار دهید تا به‌کار بیفتد (معمولاً باز)

S2 - فشار دهید تا بازنشانی شود (معمولاً بسته)

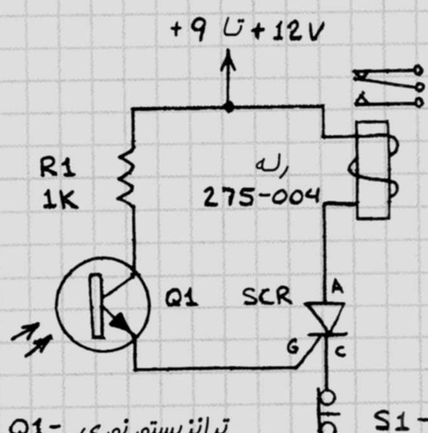
R_L - بار موجود در مدار (لامپ و غیره)

SCR - شرح محل پین‌های پایانه تغییر می‌کند.

به طور معمول:



رله‌ی نوری



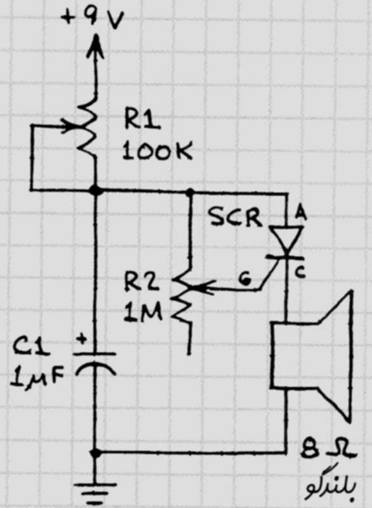
زمانی که به Q1 نور تابیده می‌شـود، رله متوقف یا بسـته می‌شود. رله چفت‌شده باقی می‌ماند تا زمانی که S1 فشـار داده شود. با چراغ چشمک‌زن و واحدهای بارقه نوری کار می‌کند.

Q1 - ترانزیستور نوری

S1 - فشار دهید تا بازنشانی شود (معمولاً بسته)

1 Latching Pushbutton Switch

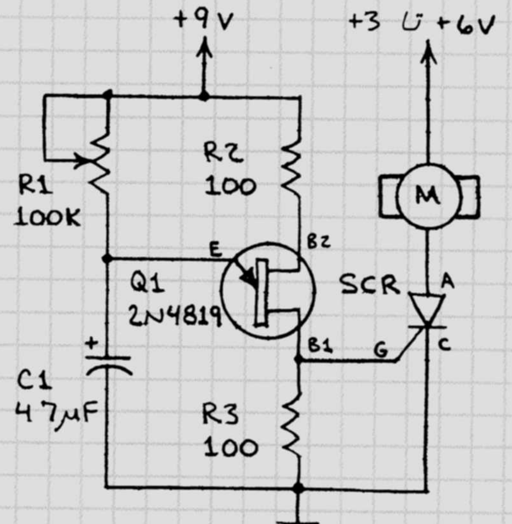
نوسانگر آسودگی[1]



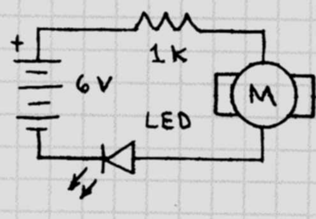
C1 تا زمانی از طریق R1 شارژ می‌شود که بار الکتریکی‌اش به اندازه کافی بالا باشد تا SCR را از طریق R2 روشن سازد. سپس C1 از طریق SCR و بلندگو تخلیه می‌شود. R1 سرعت تکرار را کنترل می‌کند.

توجه: برخی از SCRها نیازمند تنظیمِ دقیق R2 هستند.

کنترل‌کننده سرعت موتور DC



این مدار سرعت موتورهای DC انتخاب‌شده را تغییر می‌دهد. R4 سرعت را کنترل می‌کند. موتور در پالس‌های کم‌سرعت ارسالی از نوسانگر UJT، به طور لحظه‌ای می‌چرخد. برای دستیابی به بهترین نتایج، از منبع تغذیه جداگانه برای موتور استفاده کنید.



* موتور را با این مدار امتحان کنید. اگر هنگامی که محور موتور چرخانده می‌شود، LED خاموش و روشن شود، مدار احتمالا کار خواهد کرد.

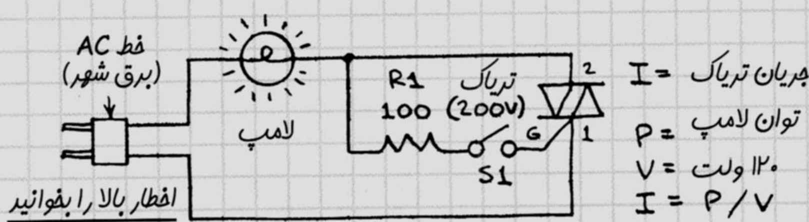
1 Relaxation Oscillator

تِریاک‌ها

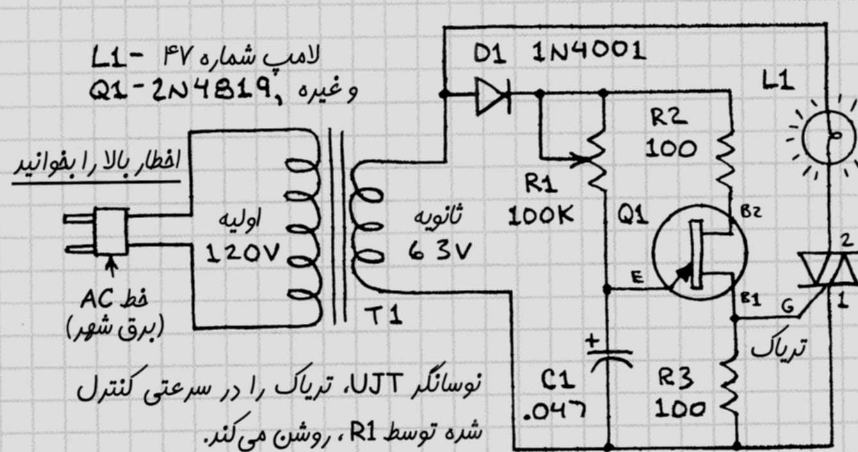
تریاک یک کلیدِ قطع ـ وصلِ حالت جامد است که می‌تواند جریان متناوب را کنترل کند. این کلید از لحاظ الکترونیکی با دو SCR که به صورت «معکوس ـ موازی» متصل شده‌اند، برابر است.

اخطار: تریاک‌ها برای عملکرد AC طراحی شده‌اند. هنگامی که با مدارهایی کار می‌کنید که از برق شهر استفاده می‌کنند، از اقدامات احتیاطی ـ امنیتی معقول بهره بجویید. تمام اتصالات باید به خوبی عایق شده باشند. هرگز هنگامی که سیم دوشاخه به پریز وصل است، روی مداری که از خط AC تغذیه می‌شود کار نکنید.

بافر با کلید تریاک



دیمر یا نورکاه[1] لامپ



1 Dimmer

۱۷. مدارهای منطقی دیجیتال

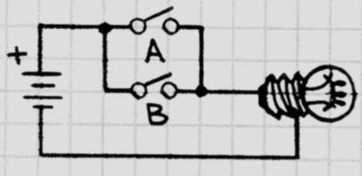
دید کلی

الکترونیک دیجیتال همان فناوری‌ای است که ساخت انواع ساعت‌های الکترونیکی، ماشین حساب‌ها، رایانه‌ها و بسیاری دیگر از وسایل را امکان‌پذیر می‌کند. مدارهای این بخش، یک معرفی مقدماتی از مدارهای منطقی دیجیتال ارائه می‌دهند. بسیاری از مدارها به طور مستقل عمل می‌کنند و به قطعات یا مدارهای اضافی نیاز ندارند. برخی از مدارها هم برای کار با مدارهای منطقی دیگر طراحی شده‌اند. برای ساده‌کردن این روند و تشویق آزمایش و طراحی مدار توسط خودتان، این بخش شامل شیوه‌های بسیاری برای میاناسازی یا مرتبط کردن مدارهای منطقی به یکدیگر و قطعات خارجی می‌شود. در مورد مدارها، توجه یکسانی به مدارهای منطقی TTL و CMOS شده است. مدارها می‌توانند برای استفاده همراه دیگر خانواده‌های منطقی، سازگاری پیدا کنند؛ در نتیجه مدارهای زیادی را می‌توان اضافه کرد، و بنابراین در این‌جا فقط اطلاعات ضروری ارائه شده است.

منطق راه‌گزینی [1]

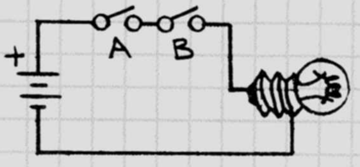
ساده‌ترین مدارهای منطقی اینها هستند:

گیت اُر



A «یا» B = لامپ روشن

گیت اَند



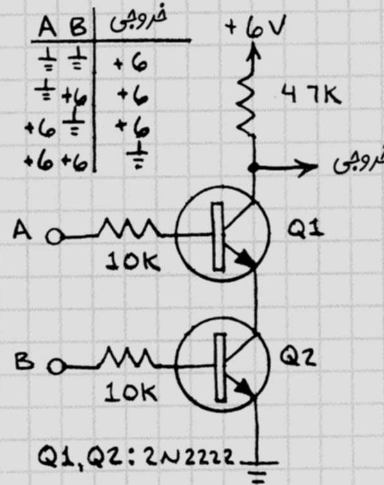
A «و» B = لامپ روشن

1 Switch Logic

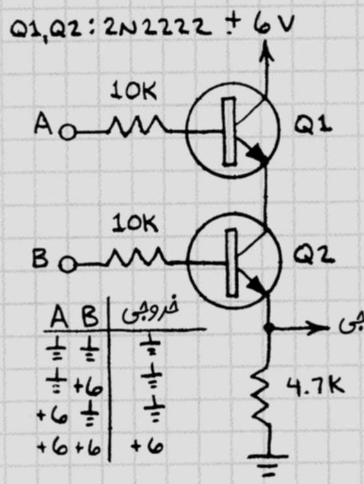
مدارهای منطقی ترانزیستوری

این مدارها نشـان می‌دهند که چگونه می‌توان از کلیدهای [راه‌گزین] ترانزیسـتوری[1] استفاده کـرد تا چهار مورد از سـاده‌ترین مدارهای تصمیم‌گیری منطقی یا گِیت‌ها را تشـکیل داد. هر مدار شامل یک جدول صحّت می‌شود که خروجی را برای تمام ترکیب‌های ورودی ارائه می‌دهد.

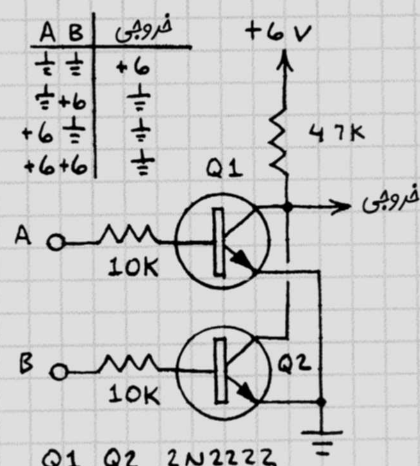
گِیت نَند



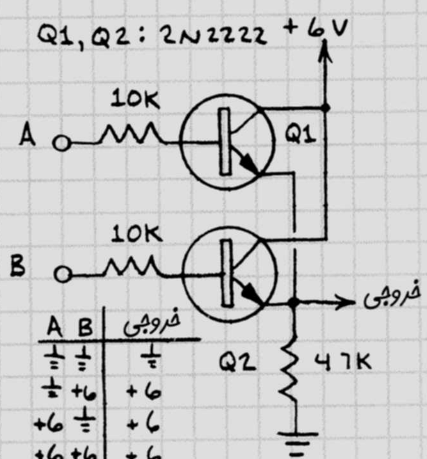
گِیت اَند



گِیت نُور



گِیت اُر



1 Transistor Switches

اعداد (دو حالتی) دودویی

جدول‌های صحّت قسمت قبل، حالت‌های ورودی و خروجی را به صورت ۶+ ولت و صفر ولت (زمین) ارائه می‌دهند. این دوحالت را می‌توان با رقمهای ۱ و صفر جایگزین کرد:

A B	AND	NAND	OR	NOR
0 0	0	1	0	1
0 1	0	1	1	0
1 0	0	1	1	0
1 1	1	0	1	0

دنباله‌ی ورودی‌ها، چهار عدد اول را در سیستم دودویی شکل می‌دهند.

دیگر گِیت‌های منطقی با دو ورودی شامل اینها می‌شوند:

A B	اُر انحصاری	نُور انحصاری
0 0	0	1
0 1	1	0
1 0	1	0
1 1	0	1

یک رقم دودویی (۰ یا ۱) یک بیت گفته می‌شود. الگوهای بیتها می‌توانند اعداد دهدهی، حروف الفبا، ولتاژها و دیگر اطلاعات را نشان دهند. برای نمونه:

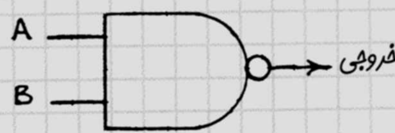
دهدهی	دودویی	BCD	
0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
1	0 0 0 1	0 0 0 0	0 0 0 1
2	0 0 1 0	0 0 0 0	0 0 1 0
3	0 0 1 1	0 0 0 0	0 0 1 1
4	0 1 0 0	0 0 0 0	0 1 0 0
5	0 1 0 1	0 0 0 0	0 1 0 1
6	0 1 1 0	0 0 0 0	0 1 1 0
7	0 1 1 1	0 0 0 0	0 1 1 1
8	1 0 0 0	0 0 0 0	1 0 0 0
9	1 0 0 1	0 0 0 0	1 0 0 1
10	1 0 1 0	0 0 0 1	0 0 0 0
11	1 0 1 1	0 0 0 1	0 0 0 1
12	1 1 0 0	0 0 0 1	0 0 1 0
13	1 1 0 1	0 0 0 1	0 0 1 1
14	1 1 1 0	0 0 0 1	0 1 0 0
15	1 1 1 1	0 0 0 1	0 1 0 1

BCD، دهدهی به رمز دودویی است. BCD یک راه میانبُر برای نشان دادن اعداد دهدهی در صفحه نمایش ماشین حساب و ساعت به دست می‌دهد. هر رقم دهدهی با ۴ بیت نشان داده می‌شود.

نیبل: ۴ بیت
واژه: ۸ بیت

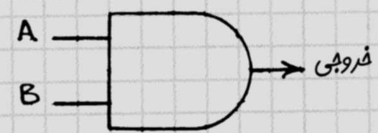
گِیت‌های (دروازه‌های) منطقی

گِیت نَند



A	B	
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

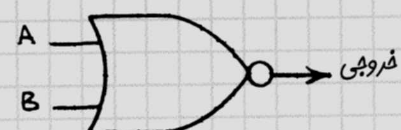
گِیت اَند



A	B	خروجی
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

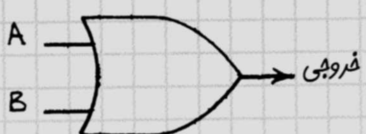
نکته
0 = L (پایین)
1 = H (بالا)
L = ⏚
H = + VOLTS

گِیت نُور



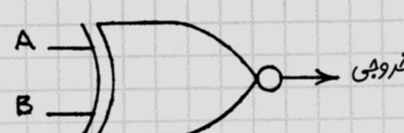
A	B	خروجی
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L

گِیت اُر



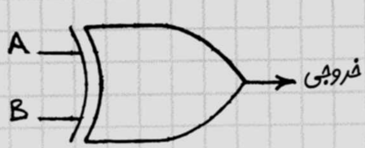
A	B	خروجی
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

نُور انحصاری



A	B	خروجی
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	H

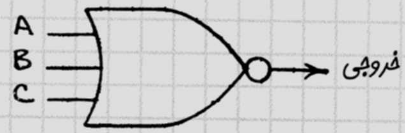
اُر انحصاری



A	B	خروجی
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L

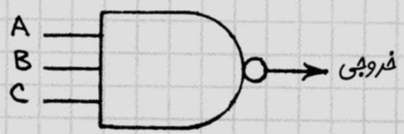
اُر انحصاری برای ریاضی دودویی استفاده می‌شود. (نیم‌جمع‌کننده را با اُر انحصاری در صفحات ۱۶۱ و ۱۶۳ مقایسه کنید.) هردو برای مقایسه‌ی دو ورودی استفاده می‌شوند. اگر برابر باشند، در این صورت خروجی، L (اُر انحصاری) یا H (نُور انحصاری) است.

نُور با سه ورودی



A	B	C	خروجی
L	L	L	H
L	L	H	L
L	H	L	L
L	H	H	L
H	L	L	L
H	L	H	L
H	H	L	L
H	H	H	L

نَند با سه ورودی

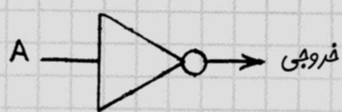


A	B	C	خروجی
L	L	L	H
L	L	H	H
L	H	L	H
L	H	H	H
H	L	L	H
H	L	H	H
H	H	L	H
H	H	H	L

نکته

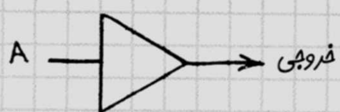
برای ایجاد گیت‌های جدید دیگر، بر ورودی‌ها بیافزایید.

معکوس‌کننده



A	خروجی
L	H
H	L

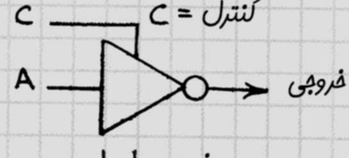
بافر (میانگیر)



A	خروجی
L	L
H	H

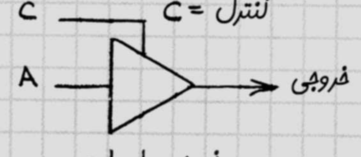
منطق سه‌حالتی

معکوس‌کننده



C	A	خروجی
L	L	H
L	H	L
H	X	Hi-Z

بافر



C	A	خروجی
L	L	L
L	H	H
H	X	Hi-Z

خانواده‌های منطقی TTL و TTL / LS

استفاده از تراشه‌های TTL (منطق ترانزیستور ـ ترانزیستور) و TTL/ LS (شاتکی کم‌توان) آسان است و به هیچ اقدام احتیاطی خاص هنگام به کارگیری نیاز ندارند. TTL می‌تواند در هر ثانیه ۲۰،۰۰۰،۰۰۰ بار تغییر حالت دهد. TTL از توان بسیاری استفاده می‌جوید و گیت‌های تکی، فقط حدود ۳ میلی‌آمپر یا کمی بیشتر مصرف دارند. TTL/ LS کمی سریعتر است و توان مصرفی‌اش ۸۰٪ کمتر می‌باشد.

الزامات عملیاتی

۱. V_{CC} (منبع مثبت) نباید فراتر از ۵/۲۵ ولت برود.

۲. سیگنال ورودی هرگز نباید فراتر از V_{CC} برود یا به کمتر از زمین برسد.

۳. ورودی‌های به کار نرفته معمولاً حالت بالا[۱] (H) فرض می‌شوند، اما آنها ممکن است سیگنالهای سرگردان را دریافت کنند. آنها را به V_{CC} متصل کنید.

۴. خروجی‌های به کار نرفته‌ی گیت‌های H را وادار کنید تا جریان را ذخیره کنند. جدول‌های صحّت را در صفحات مربوطه مشاهده کنید.

۵. گیت‌های TTL هنگامی که تغییر حالت می‌دهند سبب ایجاد خیزک نویز در سیم‌های رابط منبع تغذیه‌شان می‌شوند. این خیزک‌ها را می‌توان با وصل یک خازن جداسازی[۲] (دکوپلاژ) 0/01µF تا 0/1 به اطراف پین‌های منبع تراشه‌های TTL و TTL/ LS مرتفع کرد. برای هر ۵ تا ۱۰ بسته‌ی گیت یا ۲ تا ۵ تراشه‌ی شمارشگر و ثَبّات، حداقل از یک خازن استفاده کنید. خازن‌های جداسازی باید سیم‌های رابط کوتاه داشته باشند و تا جایی که امکان دارد نزدیک به تراشه‌های جدا شده، از V_{CC} به زمین متصل شوند.

۶. از سیم‌های بلند در مدارهای TTL و TTL/ LS استفاده نکنید.

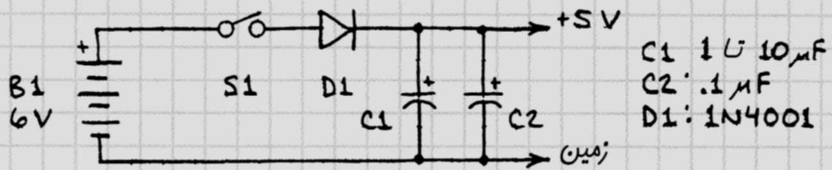
۷. اگر منبع تغذیه روی تخته مدار قرار ندارد، یک خازن ۱ µF تا ۱۰ µF به دو سر رابط‌های منبع تغذیه، جایی که وارد فیبر می‌شوند، وصل کنید.

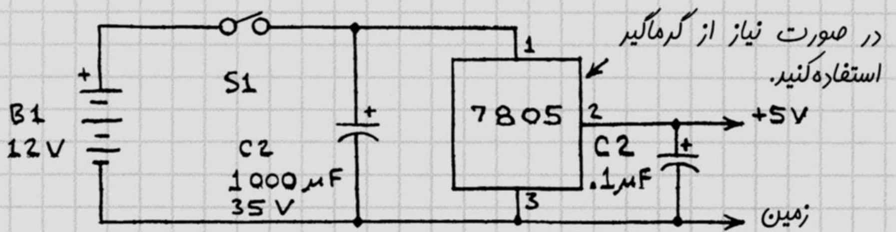
1 High State
2 Decoupling Capacitor

منابع تغذیه

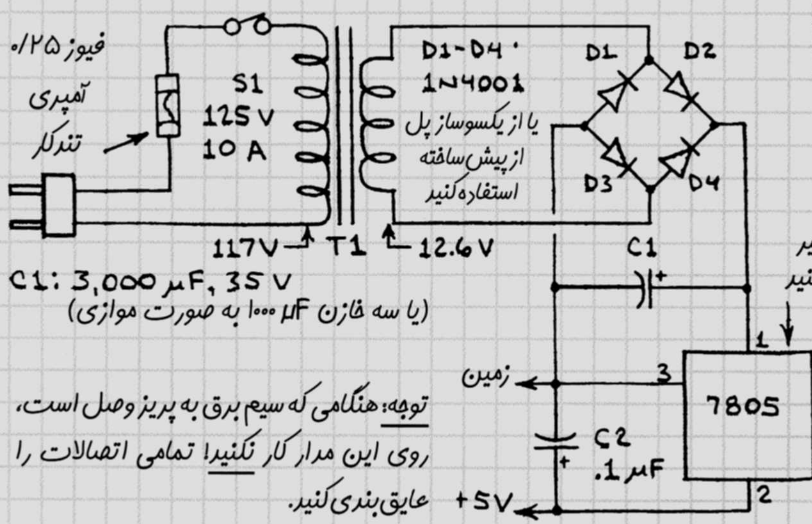
مدارهای TTL به یک منبع ۴/۷۵ تا ۵/۲۵ ولتی احتیاج دارند. می‌توان از باتری‌ها برای تأمین توان چند تراشه استفاده کرد. در غیر این صورت استفاده از منبع خطی تغذیه بسیار به‌صرفه‌تر و پایاتر است.

منابع تغذیه باتری‌ای





منبع تغذیه‌ی خطی

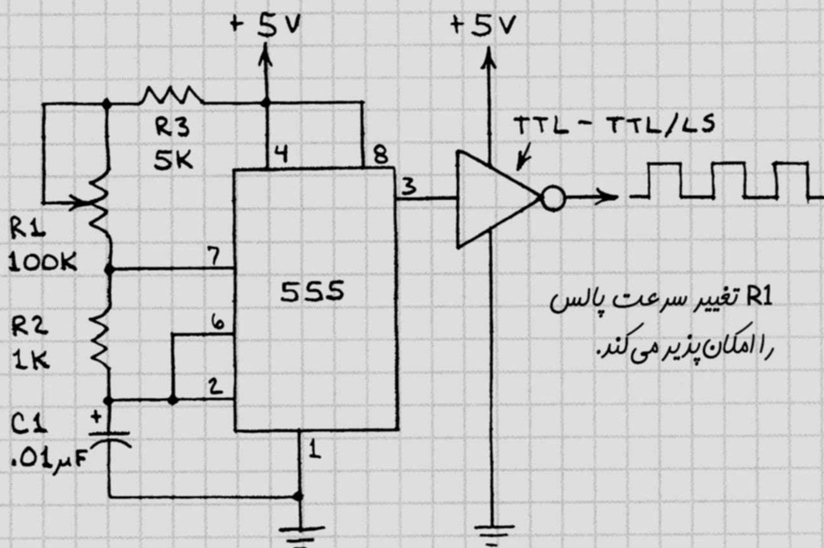




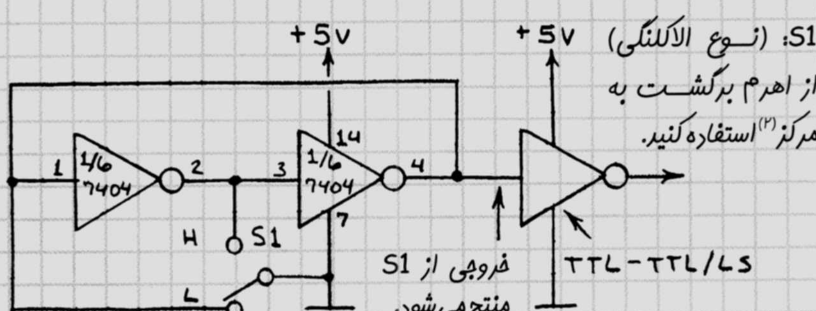
میاناسازی ورودی TTL[1]

اگـر الزامـات آورده شـده در صفحـه‌ی مربوطـه رعایت شـوند، قطعـات و تراشـه‌های غیر TTL - TTL/LS می‌توانند برای تراشه‌های TTL - TTL/LS سیگنال‌های ورودی تأمین کنند. مدارهای زیر برای تراشه‌های TTL - TTL/LS، پالس‌های بدون نویز و بی‌نقص تأمین می‌کنند. معکوس‌کننده‌ی موجود در هر مدار یک ورودی TTL یا TTL/LS را نمایش می‌دهد.

مولّد پالس ساعت

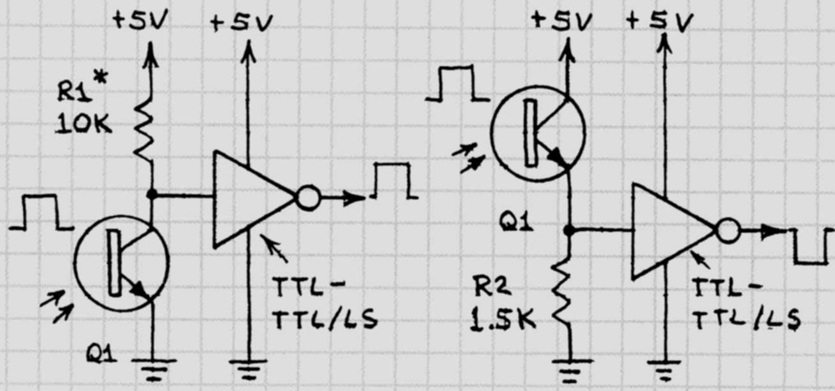


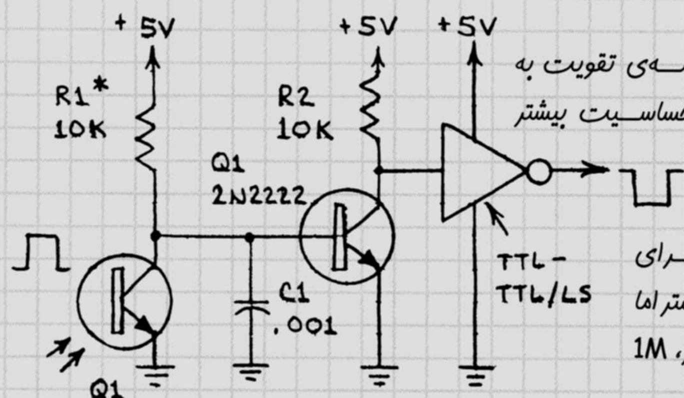
کلید بدون لرزش



1 TTL Input Interfacing
2 Centre Return Toggle

ترانزیستور نوری به TTL

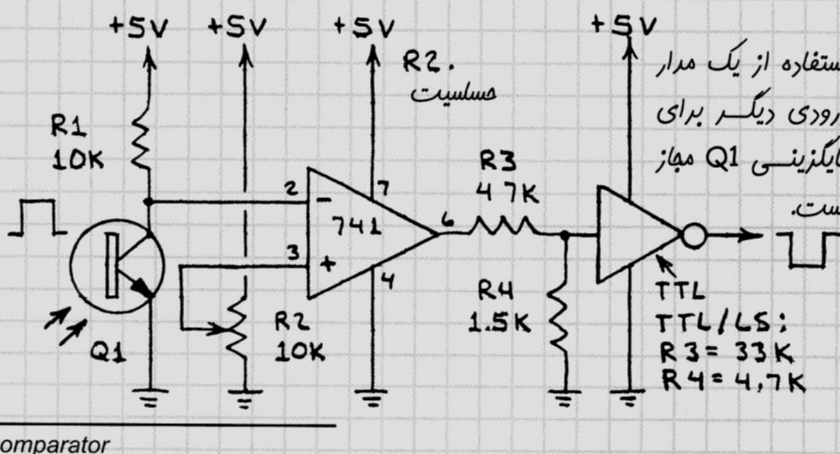




Q1 یک مرحله‌ی تقویت به منظور ایجاد حساسیت بیشتر می‌باشد.

* R1 را برای حساسیت بیشتر اما واکنش کندتر، 1M انتخاب کنید.

مقایسه‌گر[1] یا OP-AMP به TTL



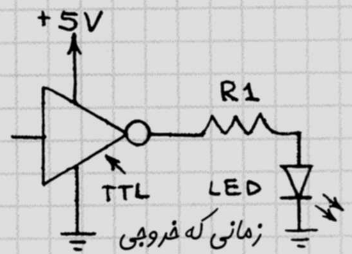
استفاده از یک مدار ورودی دیگر برای جایگزینی Q1 مجاز است.

1 Comparator

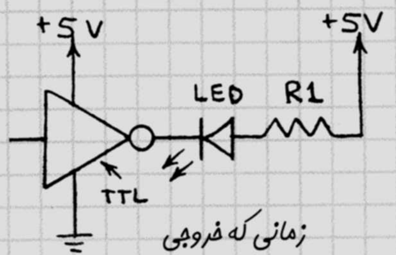
میاناسازی خروجی TTL[۱]

تراشه‌های TTL دارای یک جریان راه‌اندازی خروجی تا ۳۰ میلی‌آمپر در یک پیکربندی جریان‌کِش[۲] (خروجی پایین) هستند. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد تراشه‌های خاص، برگه‌ی داده‌ها را مشاهده کنید.

راه‌اندازهای LED[۳]



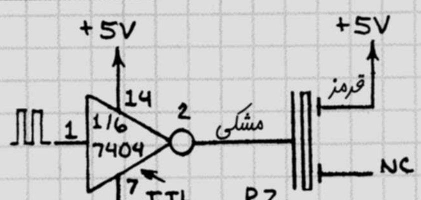
زمانی که خروجی «بالا» است LED روشن می‌شود.
جریان راه‌اندازی کمتر است اما برای LEDهای با درخشندگی زیاد مناسب است.



زمانی که خروجی «پایین» است LED روشن می‌شود.
این آرایش، جریان راه‌اندازی بالاتری ایجاد می‌کند.

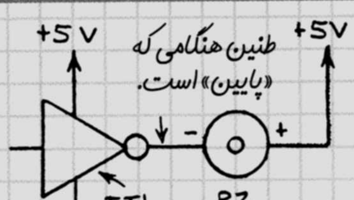
R1 جریان راه اندازی را در هر دو راه انداز کنترل می کند. زمانی که V_{CC} برابر با ۵ ولت است و از LED قرمز استفاده می‌شود، R1 برابر با «حاصل تقسیم عدد۳/۳ بر جریان مطلوب LED» است. مثال: برای جریان LED برابر با ۱۰mA، مقدار R می‌شود: ۳/۳ تقسیم بر ۰/۰۱ یعنی برابر با ۳۳۰Ω.

راه اندازهای زنگ پیزوالکتریک[۴]



اِلمان پیزو

برای تبدیل پالس های ورودی تکراری به صدا استفاده کنید. هرگونه ورودی TTL مجاز است.

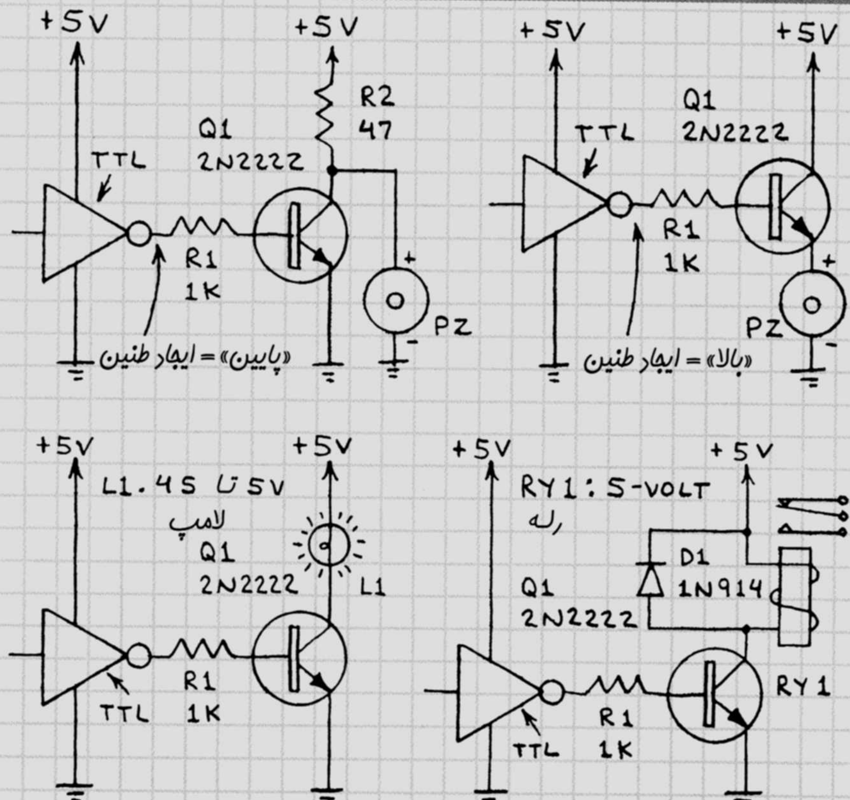


زنگ پیزو

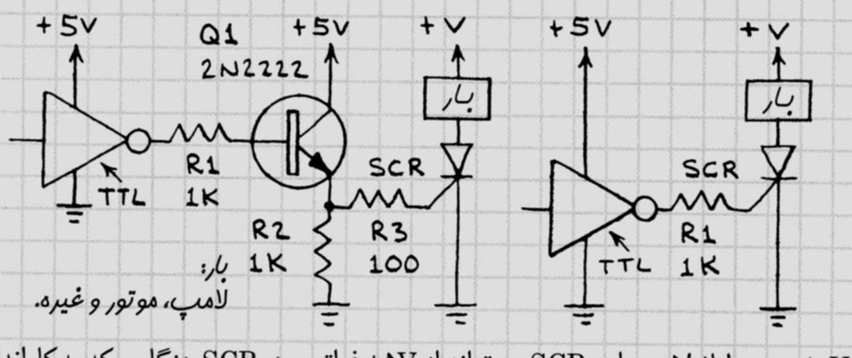
جریان راه اندازی زنگ نباید از جریان خروجیِ موجودِ حاصل از تراشه ی TTL فراتر رود.

---
1 TTL Output Interfacing
2 Sink Configuration
3 LED Drivers
4 Piezoelectric Buzzer Drivers

راه‌اندازهای ترانزیستور[1]



راه‌اندازهای SCR



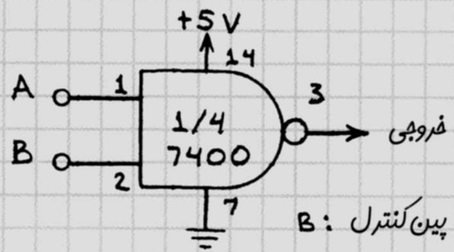
(+V) یعنی ولتاژ لازم برای SCR می‌تواند از 5V+ فراتر رود. SCR هنگامی که به کار انداخته می‌شود، روشن می‌ماند، مگر این‌که جریان رفت یا موافق به پایین‌تر از جریان نگهدارنده‌ی SCR یا I_H برسد.

1 *Transistor Drivers*

مدارهای گِیت نَند TTL

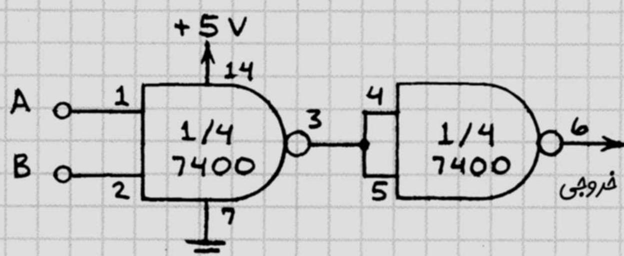
از گیت نَند چهارگانه LS7400 یا 7400 استفاده کنید. شماره‌های پین‌ها برای راحتی داده شده‌اند. اگر تمایل داشته باشید می‌توان گیت‌های مجزا را جابه‌جا کرد.

گیت کنترل



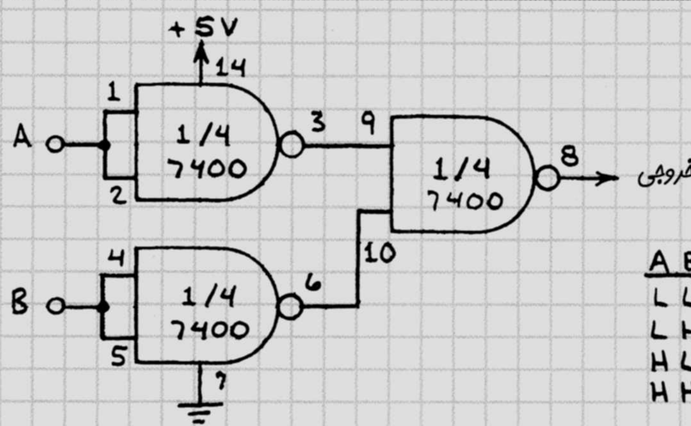
A	B	خروجی
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

گیت اَند



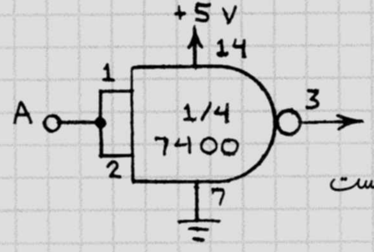
A	B	خروجی
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

گیت اُر



A	B	خروجی
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

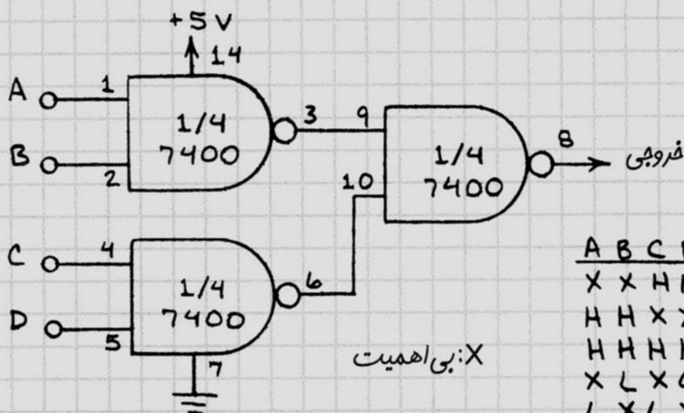
معکوس کننده



A	خروجی
L	H
H	L

هنگامی که معکوس کننده‌ی استاندارد در دسترس نیست از این نوع معکوس کننده استفاده کنید.

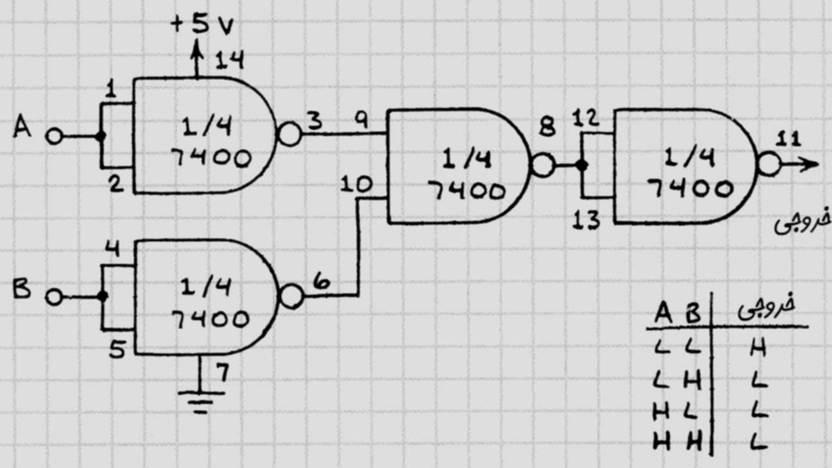
گیت اَند-اُر



X: بی اهمیت

A	B	C	D	خروجی
X	X	H	H	H
H	H	X	X	H
H	H	H	H	H
X	L	X	L	L
L	X	L	X	L

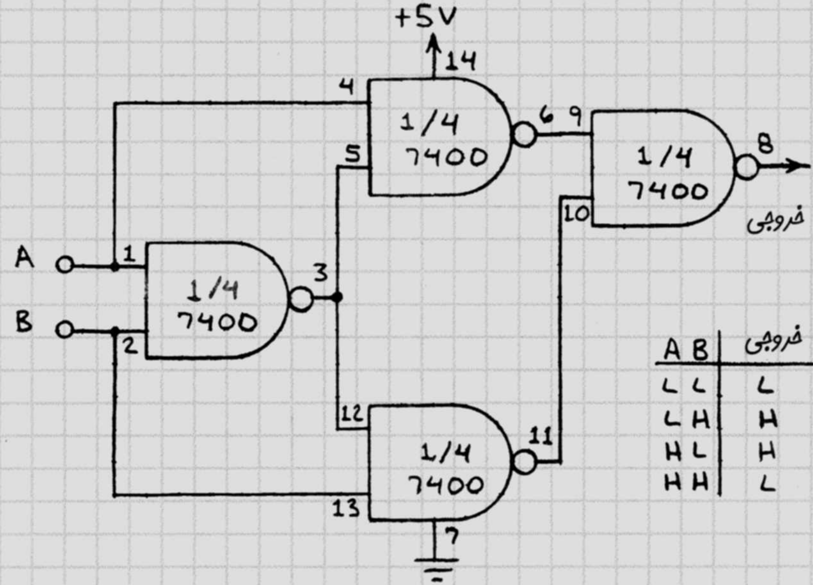
گیت نُور



A	B	خروجی
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L

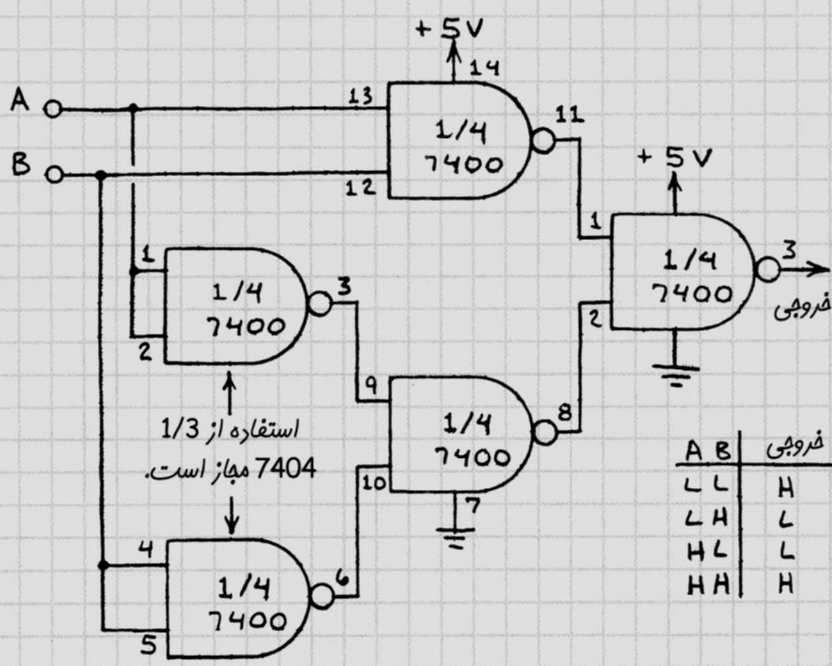
از مجموعه‌ی کتابچه‌های مهندسان

گیت اُر انحصاری



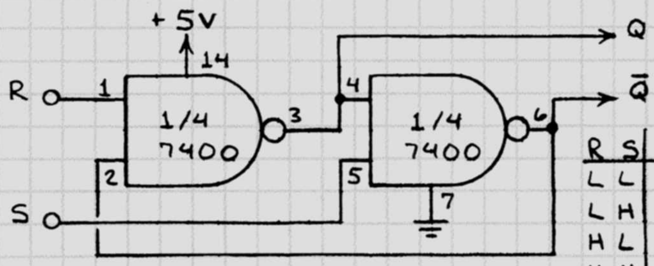
A B	خروجی
L L	L
L H	H
H L	H
H H	L

گیت نُور انحصاری



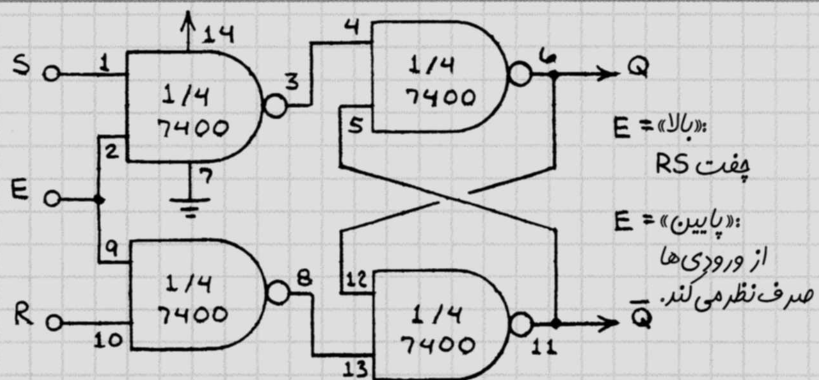
A B	خروجی
L L	H
L H	L
H L	L
H H	H

چفت (لَچ) RS[1]

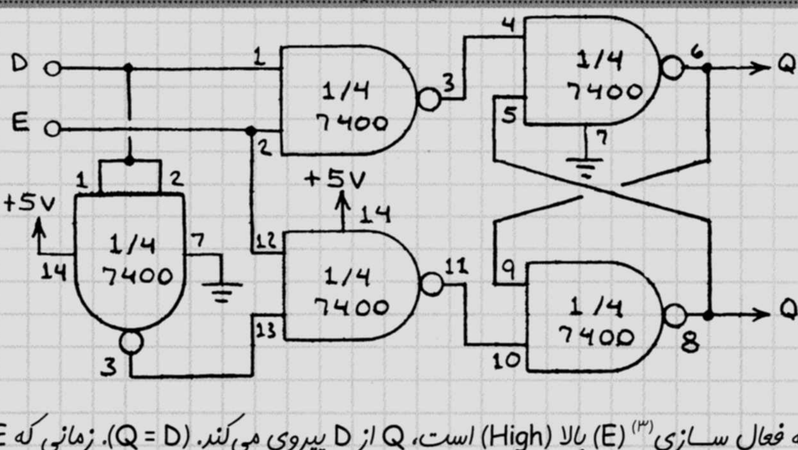


R	S	Q	Q̄
L	L	غیرمجاز	
L	H	H	L
H	L	L	H
H	H	بدون تغییر	

چفت RS گیت‌دار[2]



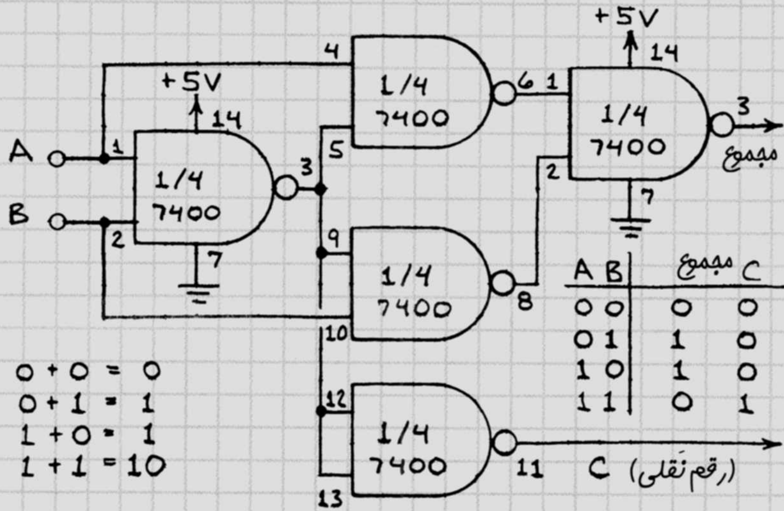
فلیپ فلاپ D



زمانی که فعال سازی[3] (E) بالا (High) است، Q از D پیروی می‌کند. (Q = D). زمانی که E پایین (Low) است، D تغییر نمی‌کند.

1 RS Latch
2 Gated RS Latch
3 Enable

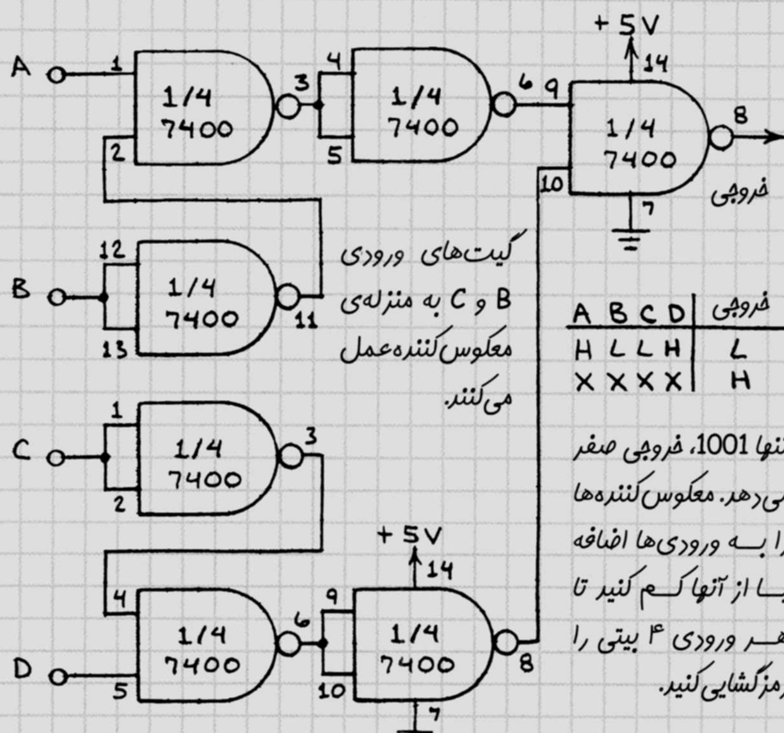
نیم جمع کننده‌ی دودویی[1]



A	B	مجموع	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

0 + 0 = 0
0 + 1 = 1
1 + 0 = 1
1 + 1 = 10

دکودر یا رمزگشای BCD[2]



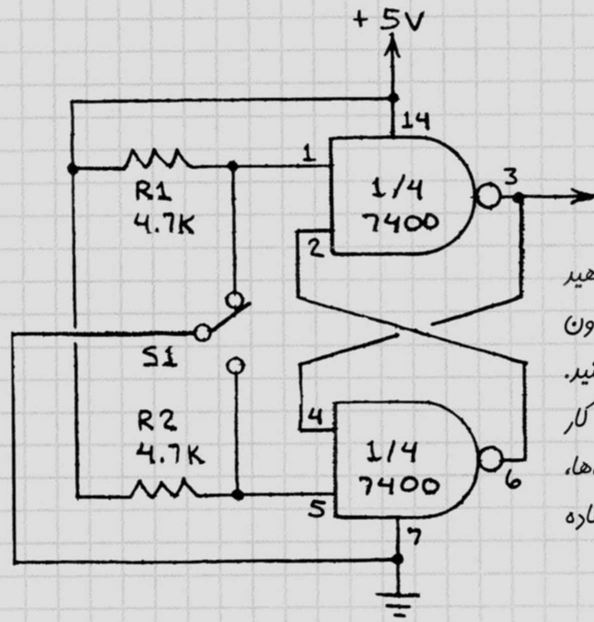
گیت‌های ورودی B و C به منزله‌ی معکوس‌کننده عمل می‌کنند.

A	B	C	D	خروجی
H	L	L	H	L
X	X	X	X	H

تنها 1001، خروجی صفر می‌دهد. معکوس‌کننده‌ها را به ورودی‌ها اضافه یا از آنها کم کنید تا هر ورودی ۴ بیتی را رمزگشایی کنید.

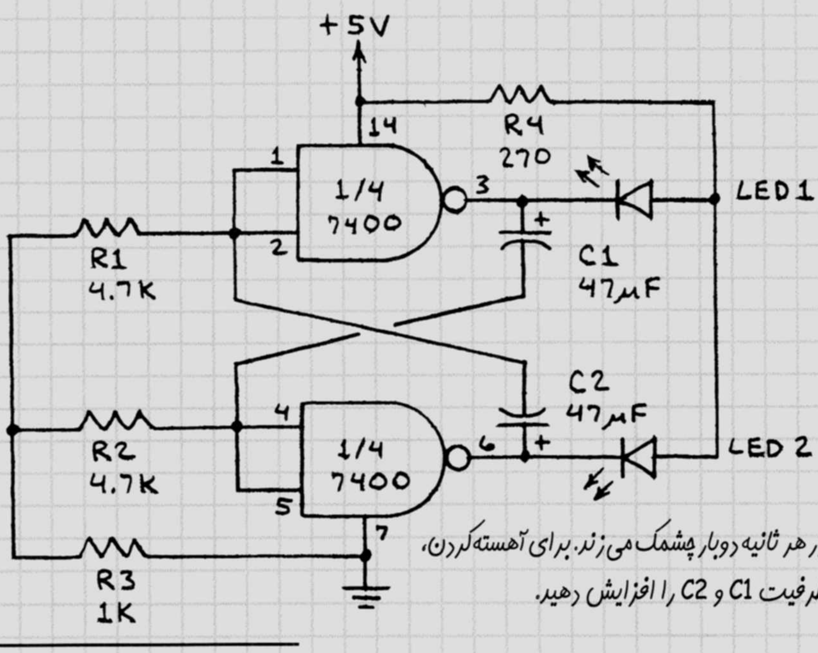
1 Binary Half Adder
2 BCD Decoder

لرزه‌گیر کلید



وضعیت S1 را تغییر دهید تا در خروجی، پالس بدون نویز و بی‌نقص تولید کنید. از این مدار برای به کار انداختن فلیپ‌فلاپ‌ها، شمارش‌گرها[1] و غیره استفاده کنید.

چشمک‌زن با دو LED



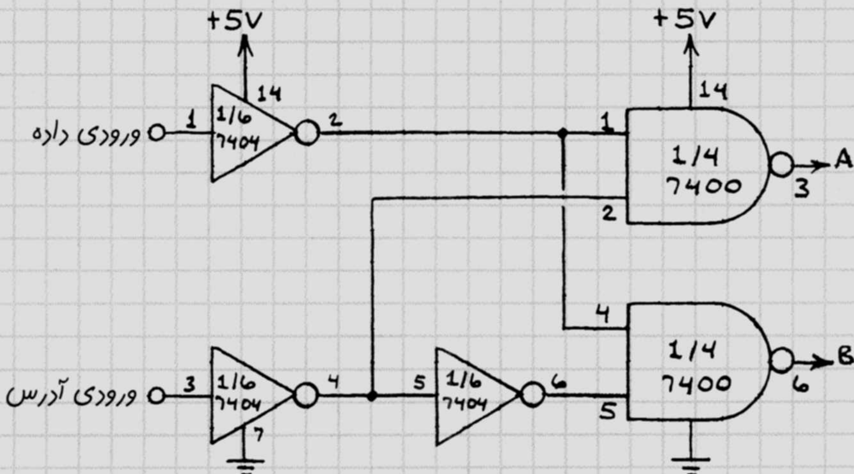
در هر ثانیه دوبار چشمک می‌زند. برای آهسته‌کردن، ظرفیت C1 و C2 را افزایش دهید.

1 Counters

مدارهای کاربردی TTL

این مدارها که در ادامه می‌آیند، روشن می‌سازند که تراشه‌های TTL به چه آسانی می‌توانند بهم وصل گردند تا کاربردهای بسیار گوناگونی را محقق سازند.

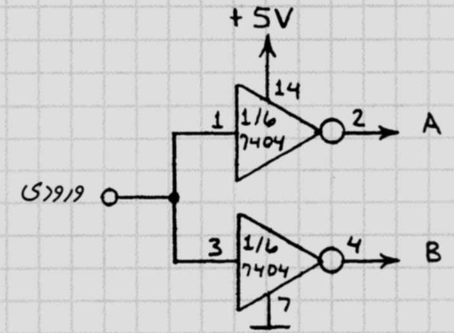
مقسّم[1] ۱ از ۲



داده	آدرس	A	B
L	L	L	H
H	L	H	H
L	H	H	L
H	H	H	H

بیت ورودی در ورودی داده توسط بیت آدرس به خروجی A یا B هدایت می‌شود.

بسط دهنده[2]

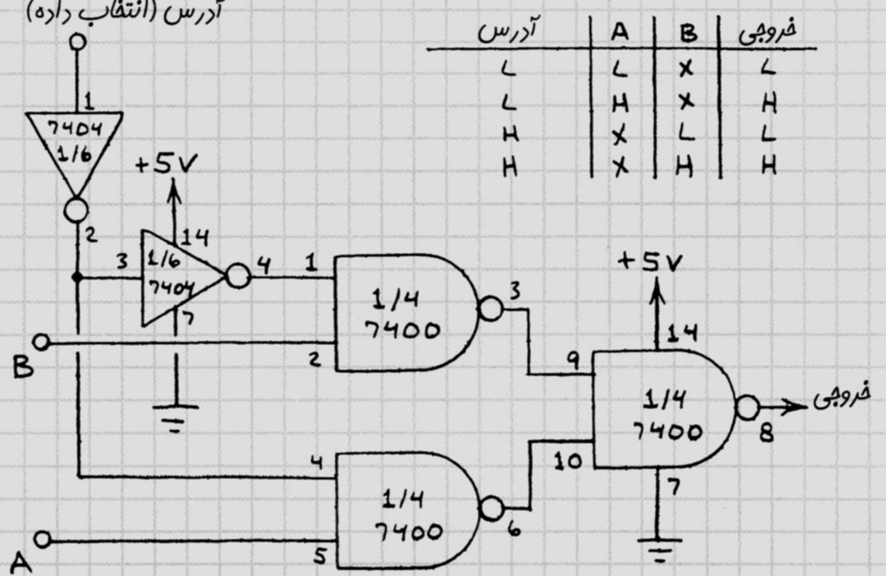


برای تأمین خروجی‌های چندگانه استفاده کنید که هرکدام قابلیت راه‌اندازی برابر با یک خروجی را دارا هستند. از این مدار برای LEDها، راه‌اندازهای ترانزیستور و غیره استفاده کنید.

1 1-of-2 Demultiplexer
2 Expander

داده‌گزین [1] با دو ورودی

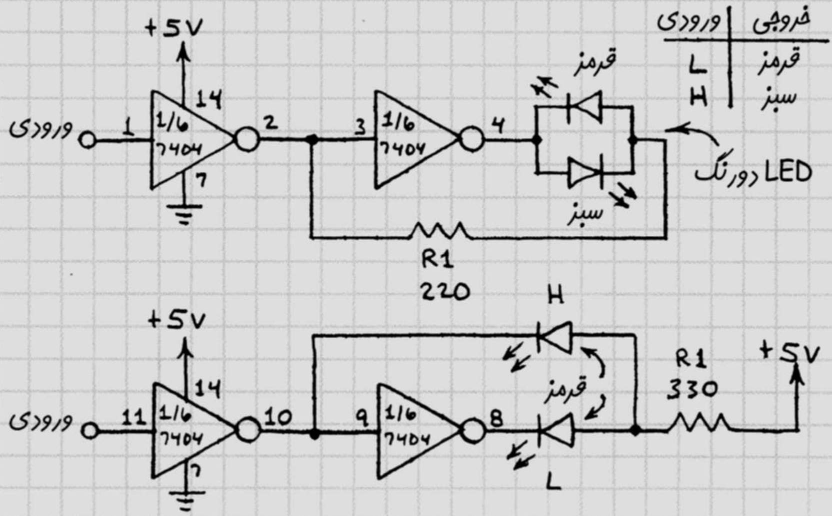
آدرس	A	B	خروجی
L	L	X	L
L	H	X	H
H	X	L	L
H	X	H	H



بیت ورودی انتخاب شده (A یا B) به خروجی هدایت می‌شود. مدار را می‌توان بسط داد.

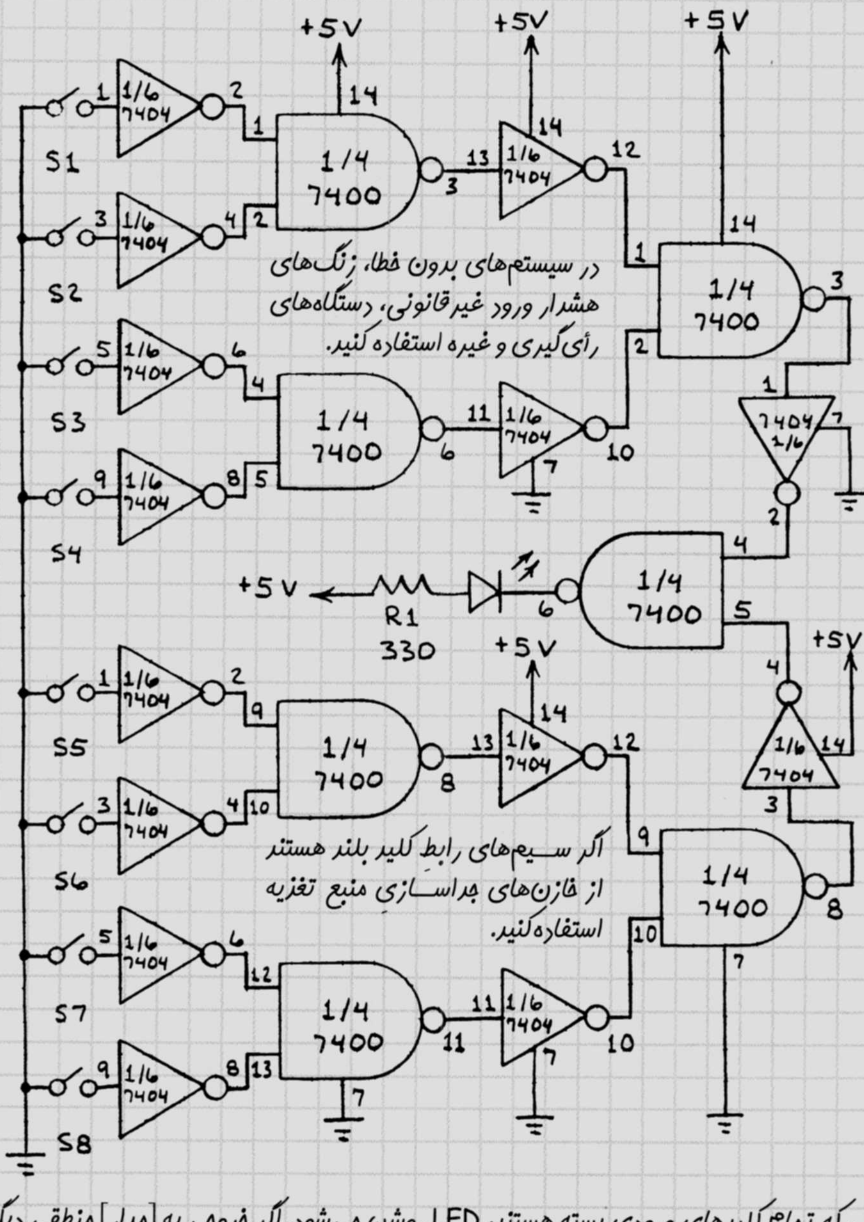
میل‌آزمون‌های منطقی

ورودی	خروجی
L	قرمز
H	سبز



1 Data Selector

آشکارساز رأی به‌اتفاق آرا[۱]

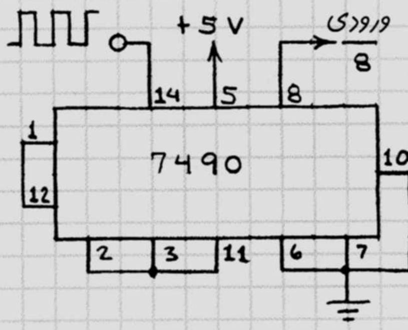


زمانی که تمام کلیدهای ورودی بسته هستند، LED روشن می‌شود. اگر خروجی به [مدار] منطقی دیگری فرستاده می‌شود، ورودی‌های هشت معکوس‌کننده ورودی 7404 را از طریق مقاومتهای 4/7 K به +5V پیوند دهید.

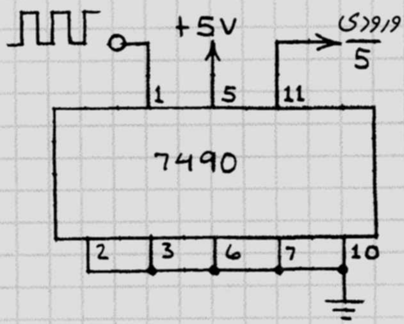
1 Unanimous Vote Detector

شمارش‌گرهای تقسیم‌کننده بر N

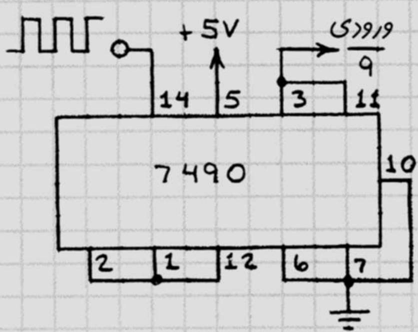
تقسیم بر ۸



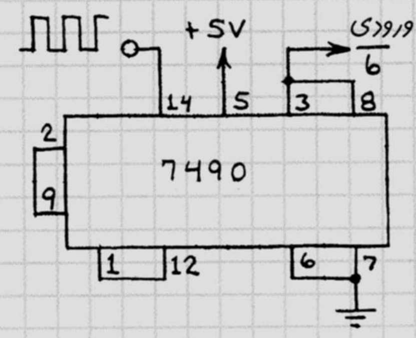
تقسیم بر ۵



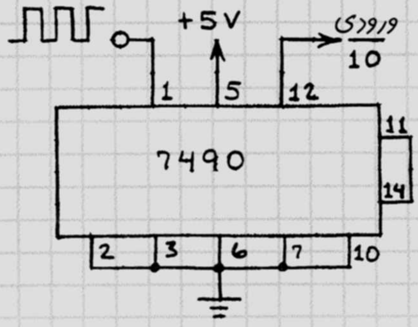
تقسیم بر ۹



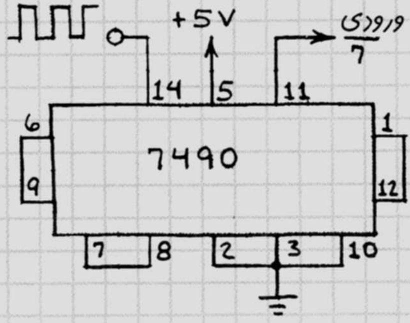
تقسیم بر ۶



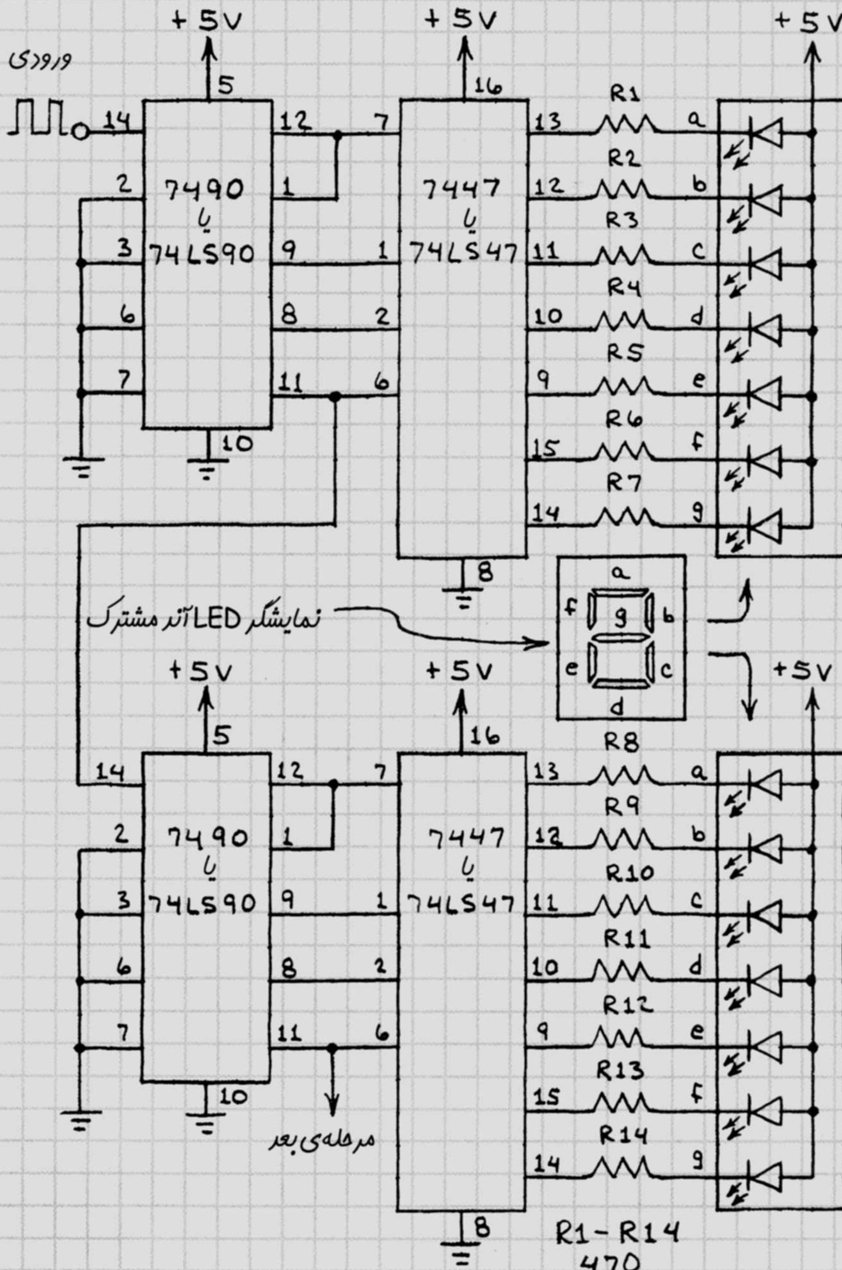
تقسیم بر ۱۰



تقسیم بر ۷



شمارشگر BCD با دو رقم

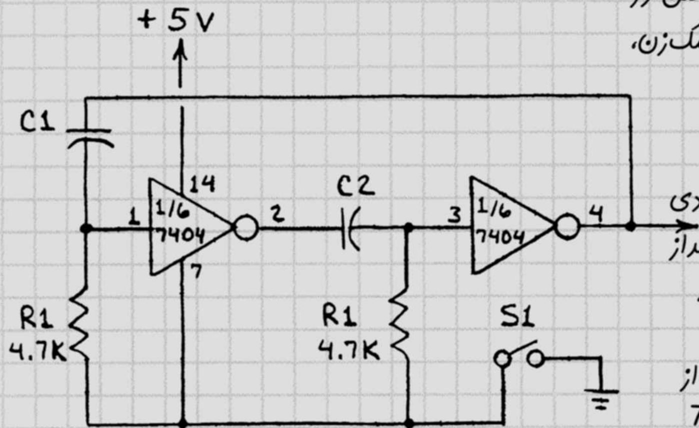


از این مدار برای شمارش پالس‌ها، به صورت دستی بهره بجویید و نیز از کلید بدون لرزش استفاده کنید.

زمان‌سنج: نوسانگر 555 را به ورودی وصل کنید.

چشمک‌زن یا نورکاه (دیمر) نمایشگر

S1: برای قرار گرفتن در وضعیت دیمر یا چشمک‌زن، کلید S1 را ببندید.



به طرف ورودی خالی راه‌انداز نمایشگر LED.

پین 4 از 7447

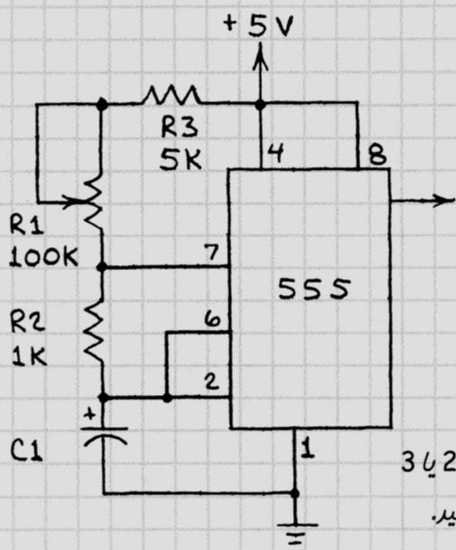
دیمر: $C1, C2 = 0.1\ \mu F$

چشمک‌زن: $C1, C2 = 47\ \mu F$ (دو بار چشمک در هر ثانیه)

این مدار، رمزگشاهای 7447 قسمت قبل را کنترل خواهد کرد (پینِ شماره 4 هرکدام از 7447 ها را به خروجی نورکاه/ چشمک‌زن وصل کنید).

زمان‌سنج دقیقه/ثانیه‌ی ۰ تا ۹۹

این مدار می‌تواند به‌منزله‌ی نورکاه/چشمک‌زن عمل کند (مدار بالا را ملاحظه کنید).



به سوی پین 14 از 7490 در صفحه‌ی قبل.

ثانیه‌ها: $C1 = 3.3\ \mu F$

دقیقه‌ها: $C1 = 220\ \mu F$

با R1 کالیبره یا مدرّج کنید.

بازنشانی به 00: از کلید برای وصل پینِ 2 یا 3 از زمین به 5V+ و بعد به زمین استفاده کُنید.

خانواده منطقی CMOS

تراشه‌های منطقی CMOS (سیلیکون ـ اکسید ـ فلز تکمیلی[1]) می‌توانند کارکردهای بسیار بیشتری را در هر تراشه نسبت به تراشه‌های منطقی TTL و TTL /LS در بر بگیرند. اگرچه CMOS استاندارد به اندازه‌ی منطق TTL سریع نیست، اما به طور قابل ملاحظه‌ای توان کمتری مصرف می‌کند. یک گیت مجزای CMOS، ۰/۱ میلی‌آمپر مصرف دارد. علاوه بر این، توانِ منطق CMOS را می‌توان با یک ولتاژ تغذیه‌ی گسترده‌تر تأمین کرد (۳ تا ۱۸ ولت). یک نقطه ضعف عمده‌ی CMOS، آسیب پذیری آن در برابر الکتریسیته ساکن است

الزامات عملیاتی

۱. V_{DD} (منبع مثبت) نباید فراتر از ۱۵ ولت (CMOS استاندارد) یا ۱۸ ولت (سری B) برود.

۲. سیگنال ورودی هرگز نباید از V_{DD} فراتر برود یا از زمین کمتر شود.

۳. ورودی‌های به کار نرفته، سیگنال‌های سرگردان را دریافت خواهند کرد و سبب عملکرد نامنظم و مصرف اضافی توان خواهند شد. تمام ورودی‌های به کار نرفته باید به V_{DD} یا زمین وصل شوند.

۴. در صورت امکان، از سیگنال‌های ورودی که به آهستگی تغییر حالت می‌دهند اجتناب کنید، زیرا مصرف توان را بالا می‌برند. زمان‌های خیز و افتِ سریعتر از ۱۵ میکروثانیه، بهترین حالت هستند.

۵. بسامد سیگنال ورودی نباید فراتر از بیشینه‌ی بسامد عملیاتیِ یک تراشه‌ی CMOS برود. یک تراشه‌ی استاندارد CMOS زمانی که $V_{DD} = 5V$ است دارای یک پاسخ بیشینه‌ی معمول برابر با 1MHz می باشد و زمانی که $V_{DD} = 15V$ است این مقدار برابر با 5MHz می‌باشد.

۶. هرگز هنگامی که یک تراشه‌ی CMOS توان دریافت نمی‌کند، یک سیگنال ورودی را به آن متصل نکنید. هرگز هنگامی که یک سیگنال ورودی حضور دارد، توان یک تراشه‌ی CMOS را قطع نکنید.

1 Complementary metal-oxide-silicon

اقدامات احتیاطی هنگام کار

۱. از لمس پین‌های تراشه‌های CMOS اجتناب کنید.

۲. هرگز تراشه‌های CMOS را در سینی‌های پلاستیکی، ساک‌ها، اسفنج‌های نارسانا و یونولیت‌های خردشدهٔ ضربه‌گیر نگهداری نکنید.

۳. هنگامی که CMOSها در مدار نیستند یا در اسفنج رسانا نگهداری می‌شوند، پین‌های آنها را رو به پایین روی یک سینی یا ورقه‌ی آلومینیومی قرار دهید.

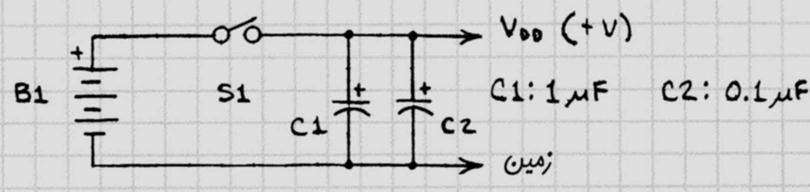
۴. هرگز هنگامی که مدار روشن است، یک تراشه CMOS را در آن نصب نکنید. هرگز هنگامی که مدار در حال کار است، یک تراشه‌ی CMOS را از آن جدا نکنید.

۵. برای ایجاد اتصالات لحیمی در یک تراشه‌ی CMOS از هویه‌ای که با باتری کار می‌کند استفاده کنید. اگر نوک هویه حامل ولتاژ سرگردان نباشد، استفاده از نوعی که با AC کار می‌کند ممکن است.

منابع تغذیه

توان بیشتر مدارهای CMOS را می‌توان با باتری تأمین کرد. عموماً قطعات و وسایل خروجی مانند LEDها، لامپ‌ها، رله‌ها و غیره نسبت به تراشه‌های CMOS که آنها را به کار می‌اندازند، انرژی بیشتری مصرف می‌کنند.

منابع تغذیه‌ی باتری‌ای



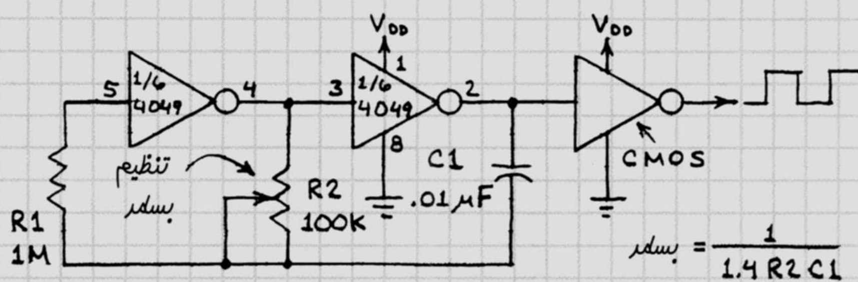
B1 یک باتری ۳ تا ۱۵ ولتی است. C1 و C2 اختیاری هستند. هنگامی از آنها استفاده کنید که سیم‌های رابط به B1 بلند هستند. استفاده از تراشه‌های تنظیم‌کننده‌ی[1] 7805، 7812 یا 7815 در تغذیه‌ی باتری‌ای نشان داده شده در صفحات قبل مجاز است.

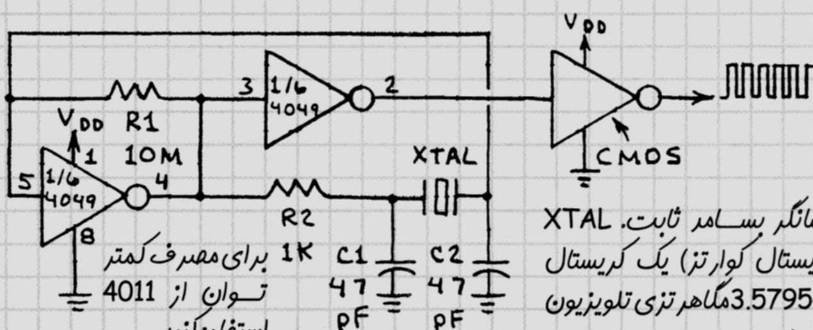
1 Regulator Chip

میاناسازی ورودی CMOS[1]

اگر الزامات عملیاتی لازم که پیشــتر ذکر شد، رعایت شوند، قطعات و تراشه‌های غیر CMOS می‌توانند برای تراشه‌های CMOS، سیگنال ورودی تأمین کنند. آخرین معکوس‌کننده در هر مدار زیر، یک ورودی CMOS را نشان می‌دهد.

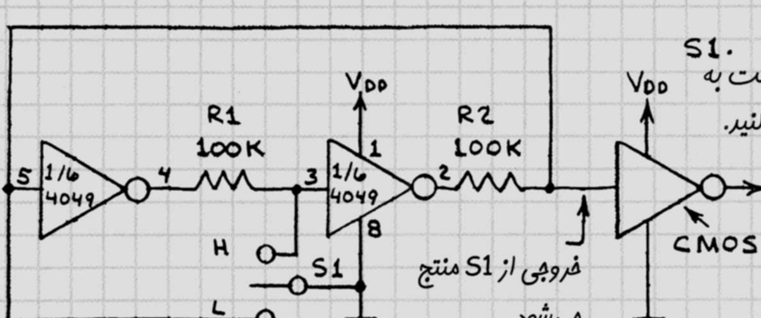
مولّدهای پالس ساعت





نوسانگر بســامد ثابت. XTAL (کریستال کوارتز) یک کریستال 3.579545 مگاهرتزی تلویزیون رنگی است.

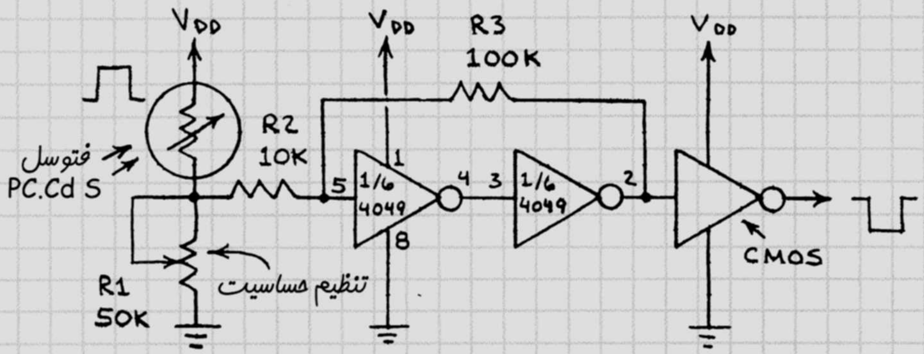
کلید بدون لرزش



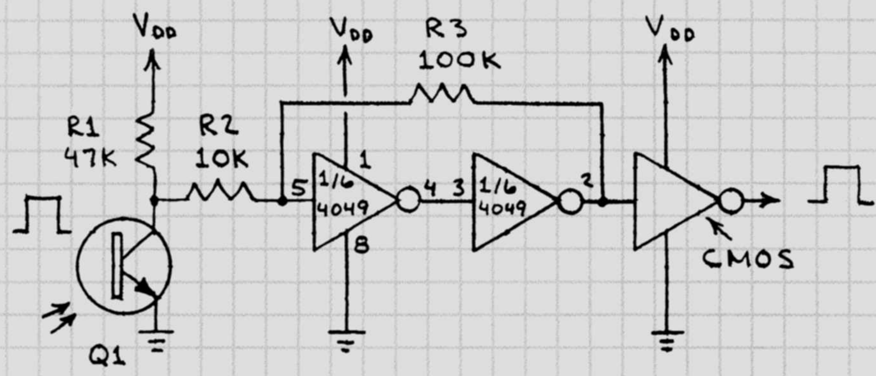
از اهرم برگشت به مرکز استفاده کنید. S1.

1 CMOS input Interfacing

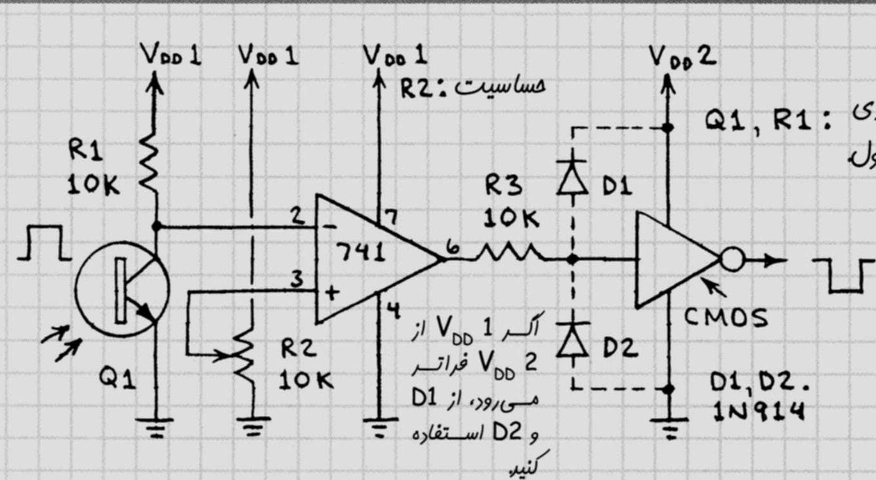
فتوسل (سلول نور ابرقی) به CMOS



ترانزیستور نوری به CMOS



مقایسه‌گر/OP-AMP به CMOS

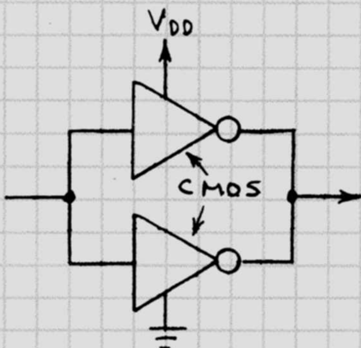


◆ از مجموعه‌ی کتابچه‌های مهندسان

اینترفیس یا میاناسازی[1] خروجی CMOS

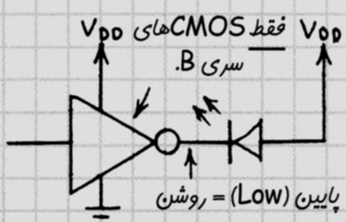
اگرچه تراشه‌های CMOS دارای جریان خروجی محدودی هستند، بسیاری از وسایل و قطعات خروجی را می‌توان با کمک قطعات خارجی به کار انداخت.

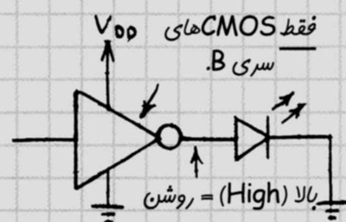
خروجی فزون یافته



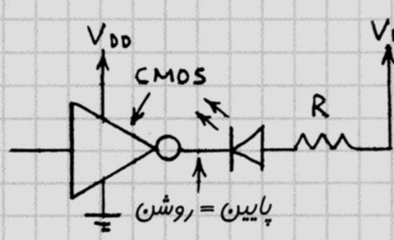
برای افزایش جریان خروجی، دو گیت یا بیشتر را به صورت موازی متصل کنید. دو گیتی که در شکل هستند، دارای حدوداً دو برابر خروجی یک گیت تکی هستند. بافر و معکوس‌کننده‌ی شش‌گانه 4049 و 4050 خروجی بالایی دارند.

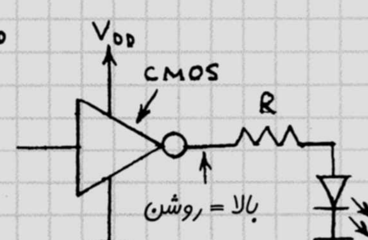
راه‌اندازه‌های LED





LED بدون مقاومت فقط برای $V_{DD} \leq 4.5$ VOLTS



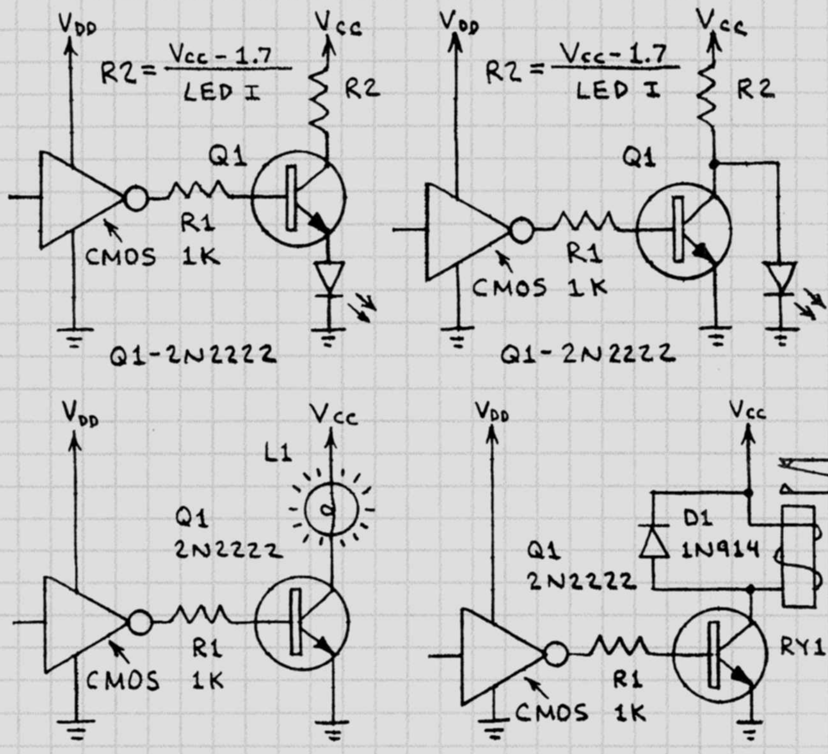


زمانی که $V_{DD} > 6V$ است و به منظور تنظیم جریان LED از این مدار استفاده کنید. برای LED قرمز در 10mA یعنی (0.01A):

$$R = \frac{V_{DD} - 1.7}{0.01}$$

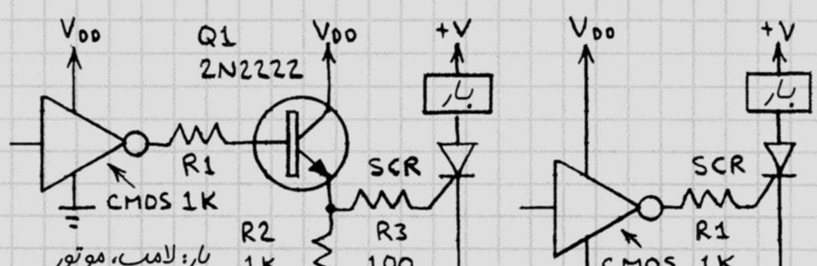
1 CMOS Output Interfacing

راه‌اندازهای ترانزیستور[1]



V_{CC} میتواند بیشتر یا کمتر از V_{DD} باشد. L1 و RY را مطابق با V_{CC} انتخاب کنید.

راه‌اندازهای SCR[2]



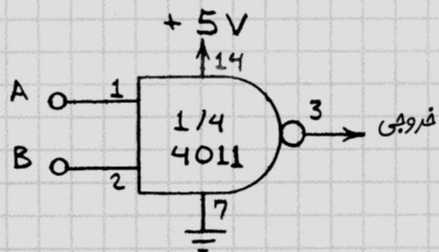
منبع تغذیه‌ی SCR (V+) می‌تواند بیشتر یا کمتر از V_{DD} باشد. این مدارها با نمونه‌های TTL که پیشتر ارائه شد، یکسان هستند.

1 Transistor Drivers
2 SCR Drivers

مدارهای گیت نَند CMOS

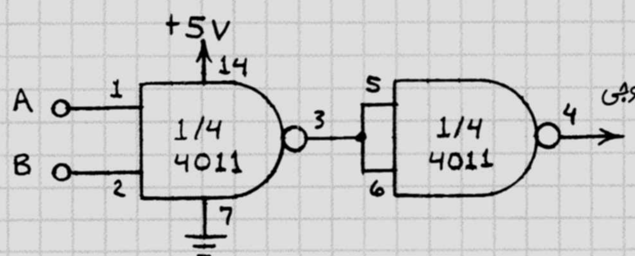
از گیت نَند چهارگانه 4011 استفاده کنید. جابه‌جایی گیت‌ها مجاز است. تمام ورودی‌های به‌کار نرفته باید به V_{DD} یا زمین وصل شوند. V_{DD} برابر با ۳+ تا ۱۵+ ولت است. از اقدامات احتیاطی کار با CMOS پیروی کنید.

گیت کنترل



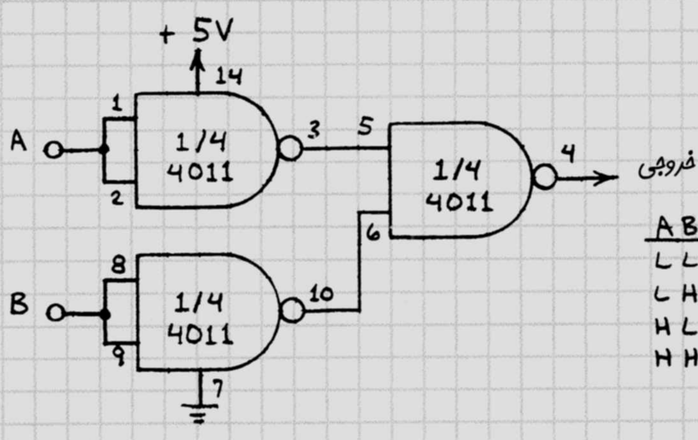
A	B	خروجی
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

گیت اَند



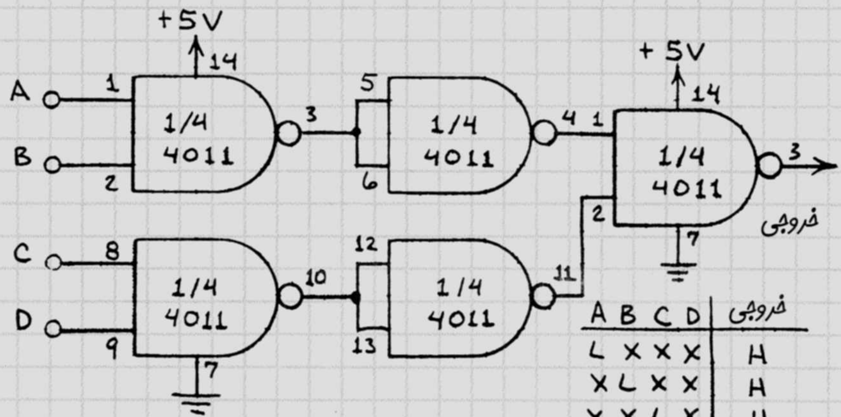
A	B	خروجی
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

گیت اُر



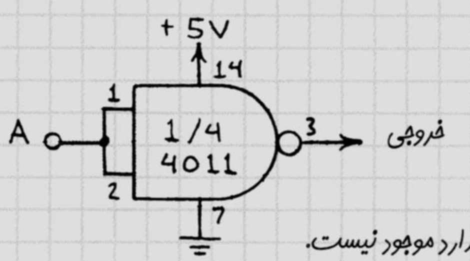
A	B	خروجی
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

گیت نَند با ۴ ورودی



A	B	C	D	خروجی
L	X	X	X	H
X	L	X	X	H
X	X	L	X	H
X	X	X	L	H
H	H	H	H	L

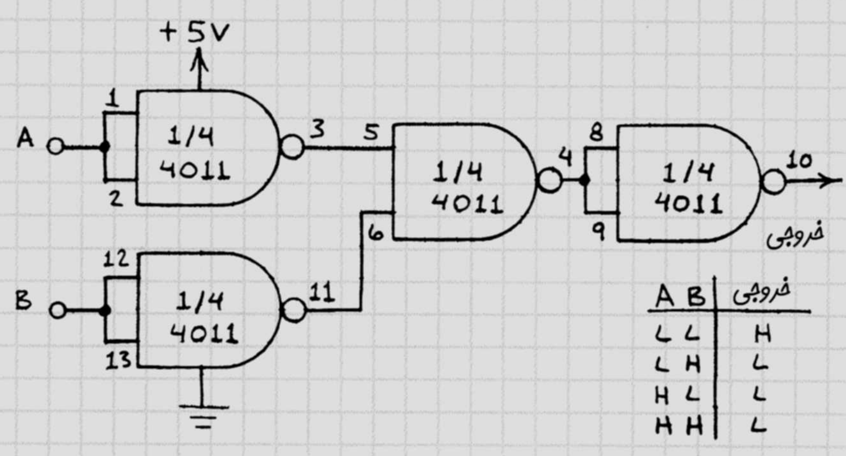
معکوس‌کننده



A	خروجی
L	H
H	L

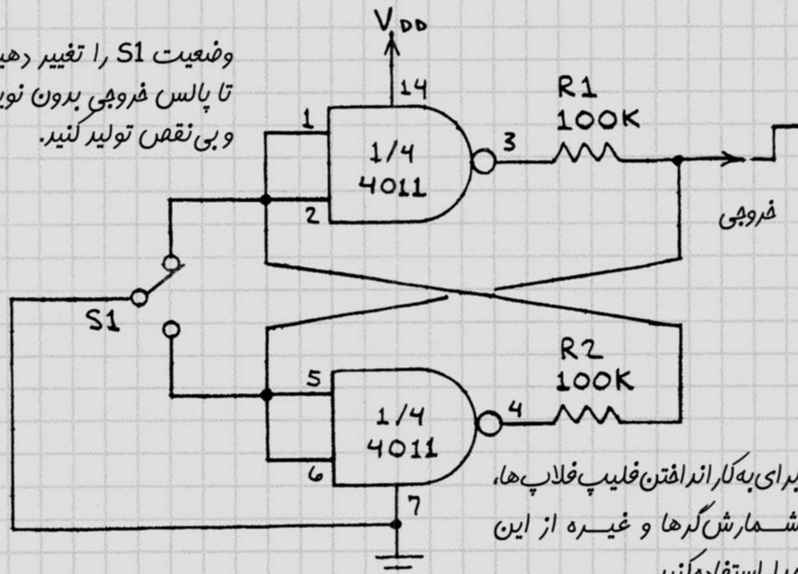
زمانی استفاده کنید که معکوس‌کننده استاندارد موجود نیست.

گیت نُور



A	B	خروجی
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L

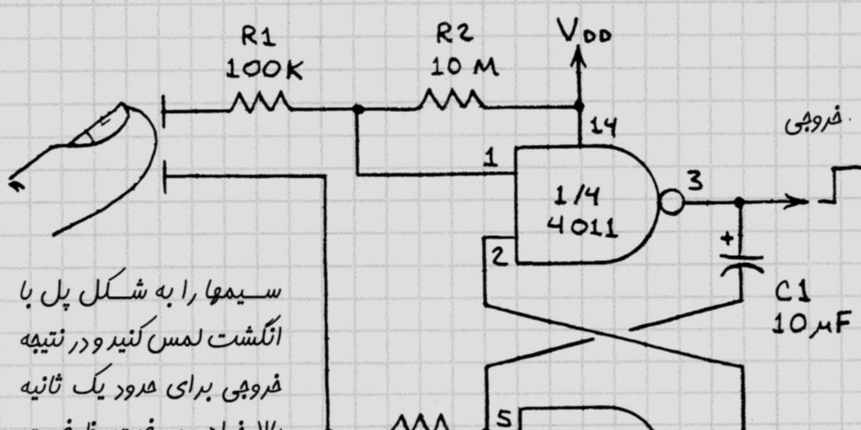
لرزه‌گیر کلید



وضعیت S1 را تغییر دهید تا پالس خروجی بدون نویز و بی‌نقص تولید کنید.

برای به‌کار انداختن فلیپ‌فلاپ‌ها، شمارش‌گرها و غیره از این مدار استفاده کنید.

کلید لمسی تک‌ضربه

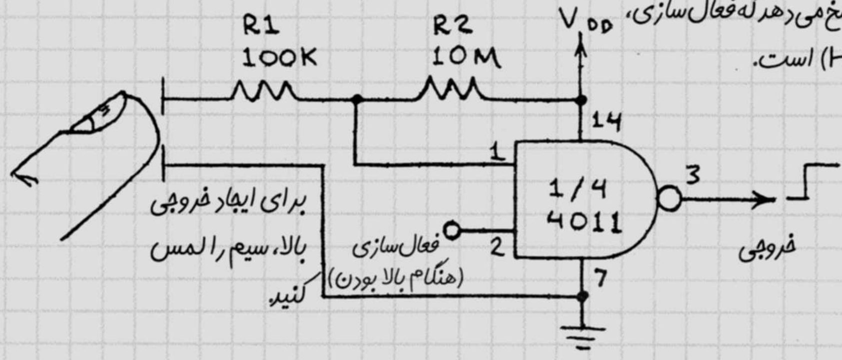


سیمها را به شکل پل با انگشت لمس کنید و در نتیجه خروجی برای حدود یک ثانیه بالا خواهد رفت. ظرفیت C1 را کاهش دهید تا طول زمان پالس خروجی کاهش پیدا کند.

برای تأخیر ۴۵ ثانیه‌ای، C1 را برابر با 470μF قرار دهید.

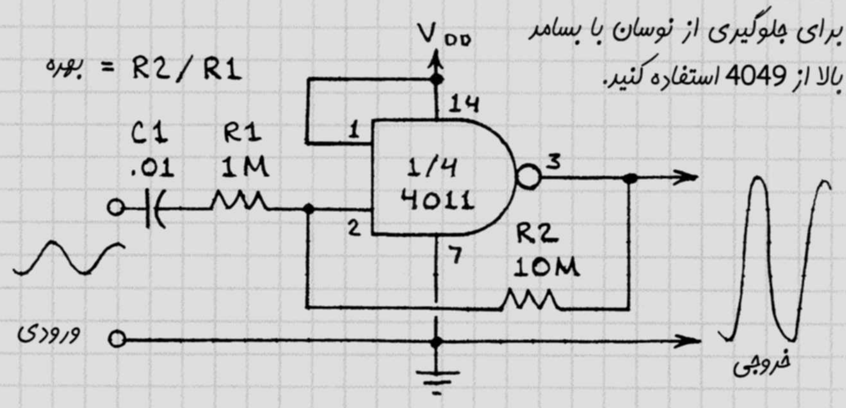
کلید لمسی استاندارد

زمانی پاسخ می‌دهد که فعال‌سازی، بالا (High) است.



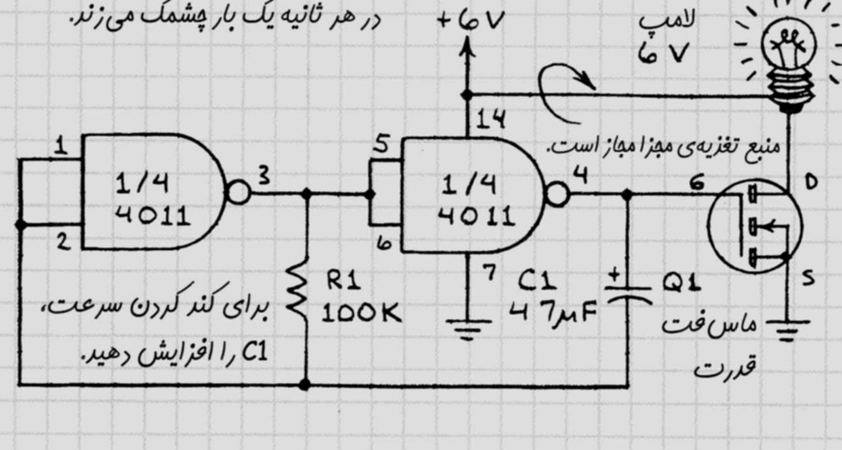
تقویت‌کننده خطی ۱۰ برابری

برای جلوگیری از نوسان با بسامد بالا از 4049 استفاده کنید.

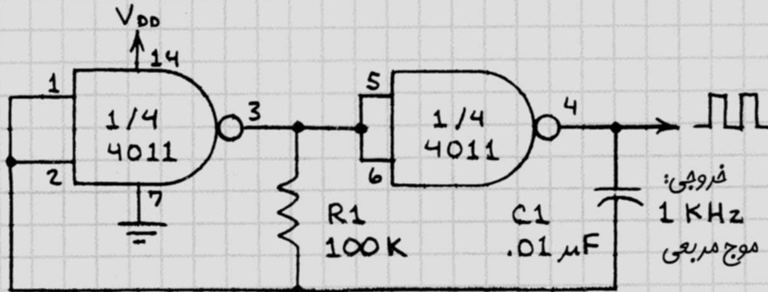


چشمک‌زن لامپ

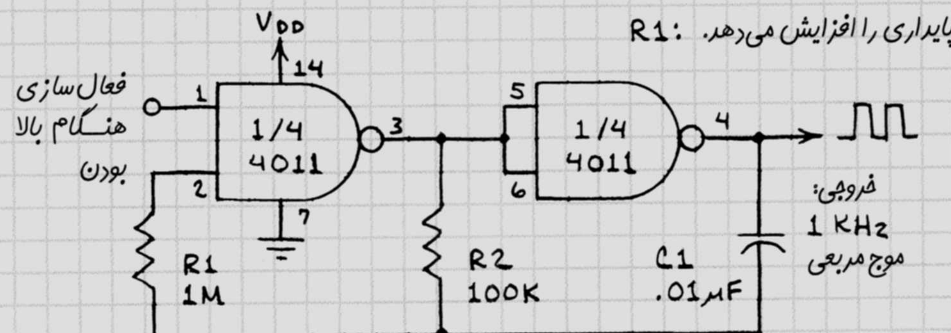
در هر ثانیه یک بار چشمک می‌زند.



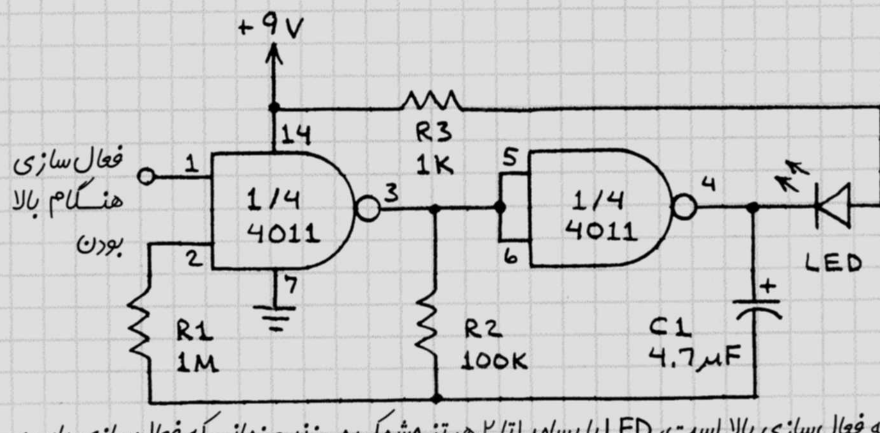
نوسانگر ساده



نوسانگر گیت‌دار[1]



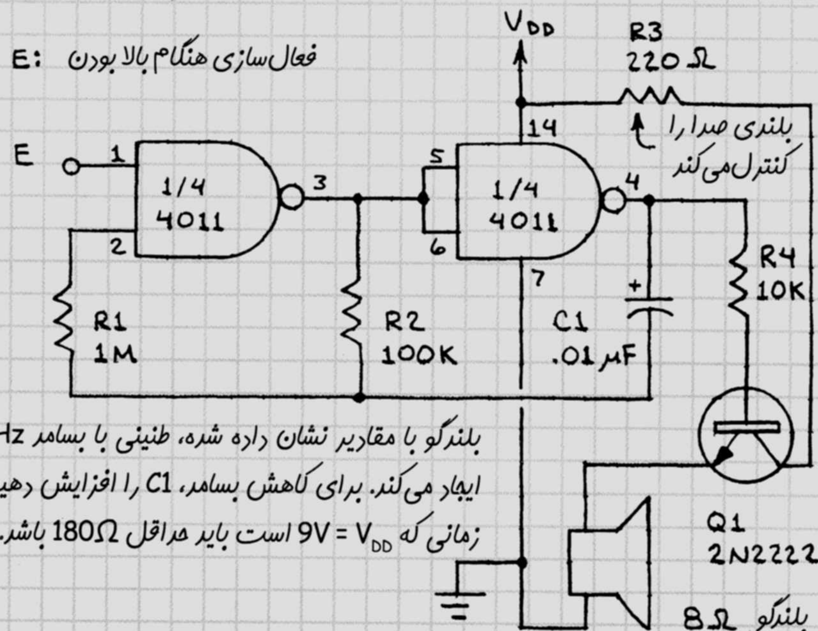
چشمک‌زن LED گیت‌دار



زمانی که فعال‌سازی بالا است، LED با بسامد ۱ تا ۲ هرتز چشمک می‌زند و زمانی که فعال‌سازی پایین است، LED به طور دایم روشن می‌شود.

1 Gated Oscillator

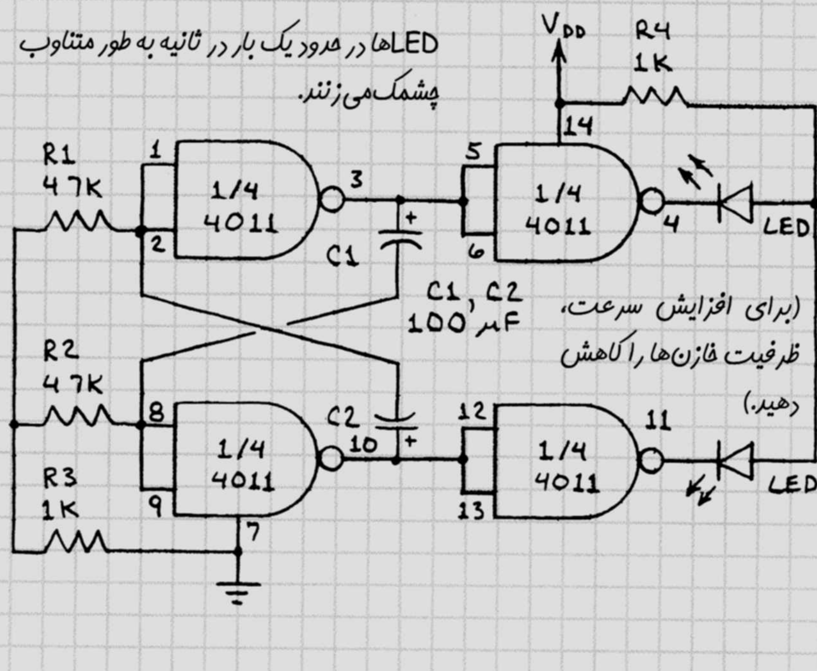
مولّد طنین گیت‌دار



بلندگو با مقادیر نشان داده شده، طنینی با بسامد 365Hz ایجاد می‌کند. برای کاهش بسامد، C1 را افزایش دهید. R3 زمانی که $V_{DD} = 9V$ است باید حداقل 180Ω باشد.

چشمک‌زن با دو LED

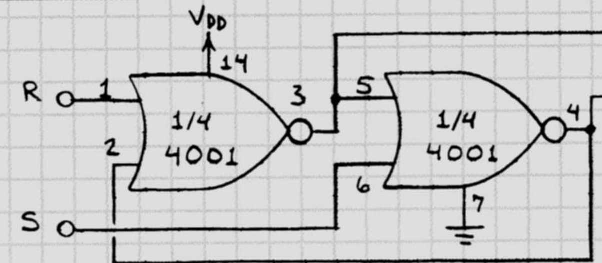
LEDها در حدود یک بار در ثانیه به طور متناوب چشمک می‌زنند.



مدارهای کاربردی CMOS

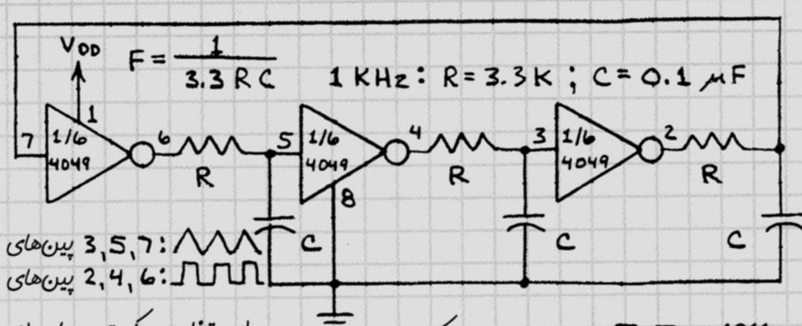
مدارهایی که در ادامه می‌آیند چندمنظورگی تراشه‌های منطقی CMOS را نشان می‌دهند. تمام پین‌های ورودی به‌کار نرفته باید به V_{DD} یا زمین وصل شوند.

چفت RS



R	S	Q	Q̄
L	L	بدون تغییر	
L	H	H	L
H	L	L	H
H	H	غیرمجاز	

نوسان‌گر تغییر فاز

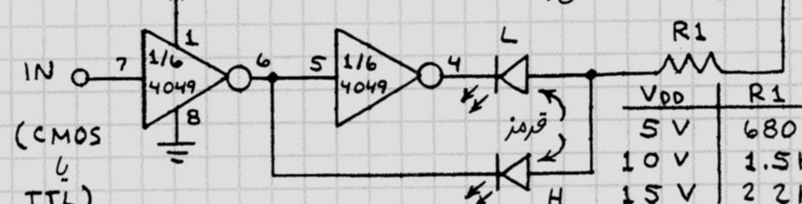


برای تخلیه‌ی کمتر جریان از 3/4 4011 استفاده کنید.

4011، بهتری ایجاد می‌کند.

میل‌آزمون منطقی

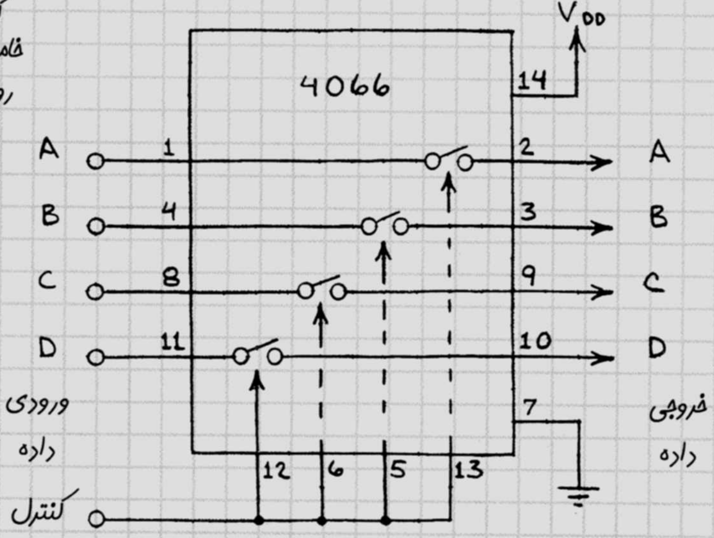
R1: جدول، مقادیر را برای جریان LED در حدود 5mA نشان می‌دهد.



VDD	R1
5 V	680
10 V	1.5K
15 V	2.2K

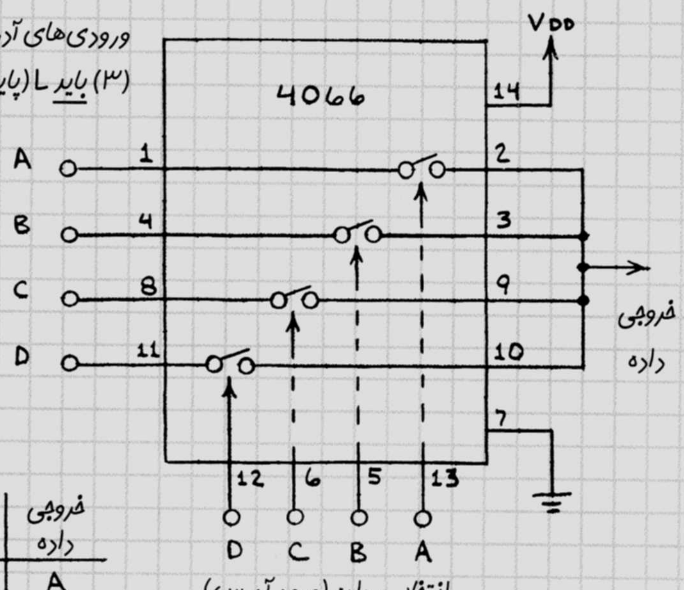
کنترل گذرگاه داده‌ی ۴ بیتی

کنترل:
L = خاموش
H = روشن



داده‌گزین ۱ ـ از ـ ۴

ورودی‌های آدرس انتخاب نشده (۳) باید L (پایین) باشند.

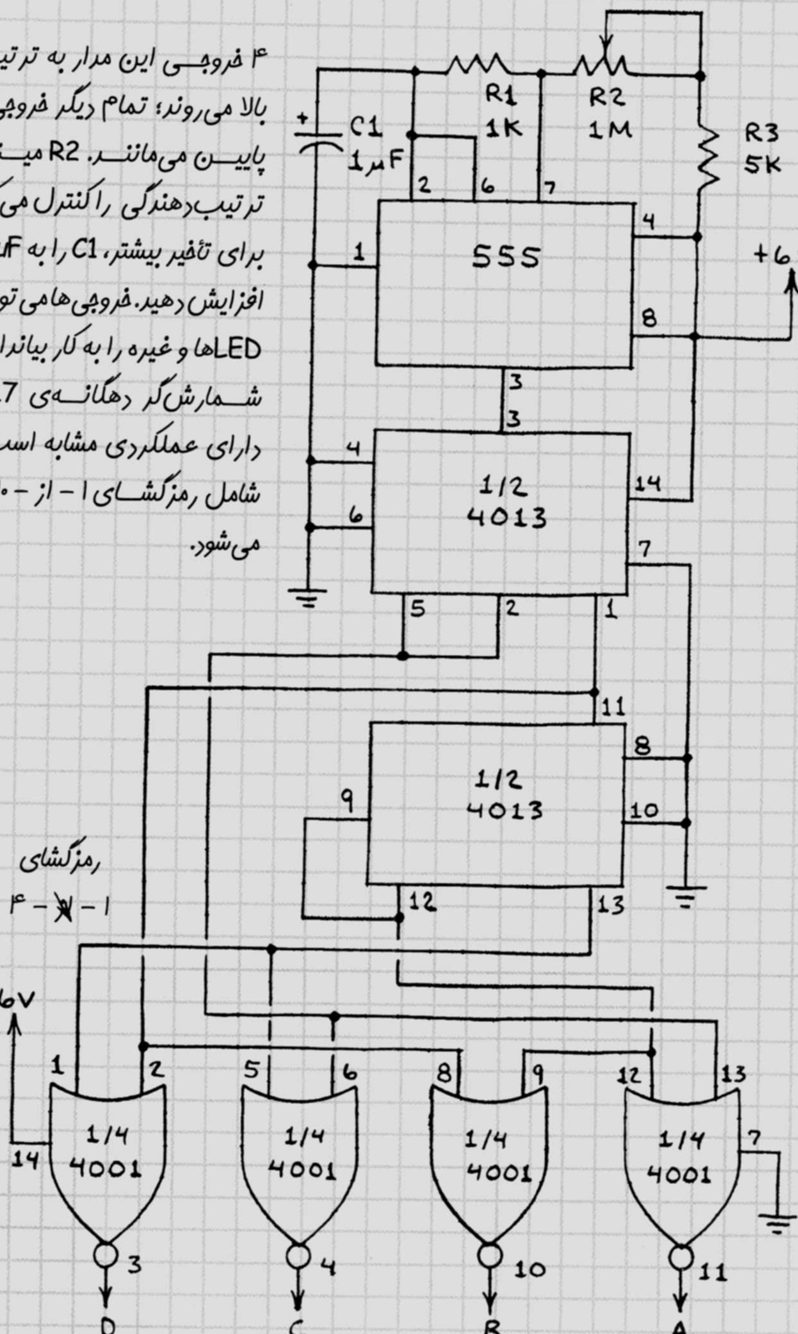


آدرس D C B A	خروجی داده
L L L H	A
L L H L	B
L H L L	C
H L L L	D

فقط آدرس انتخاب شده می‌تواند H (بالا) باشد.

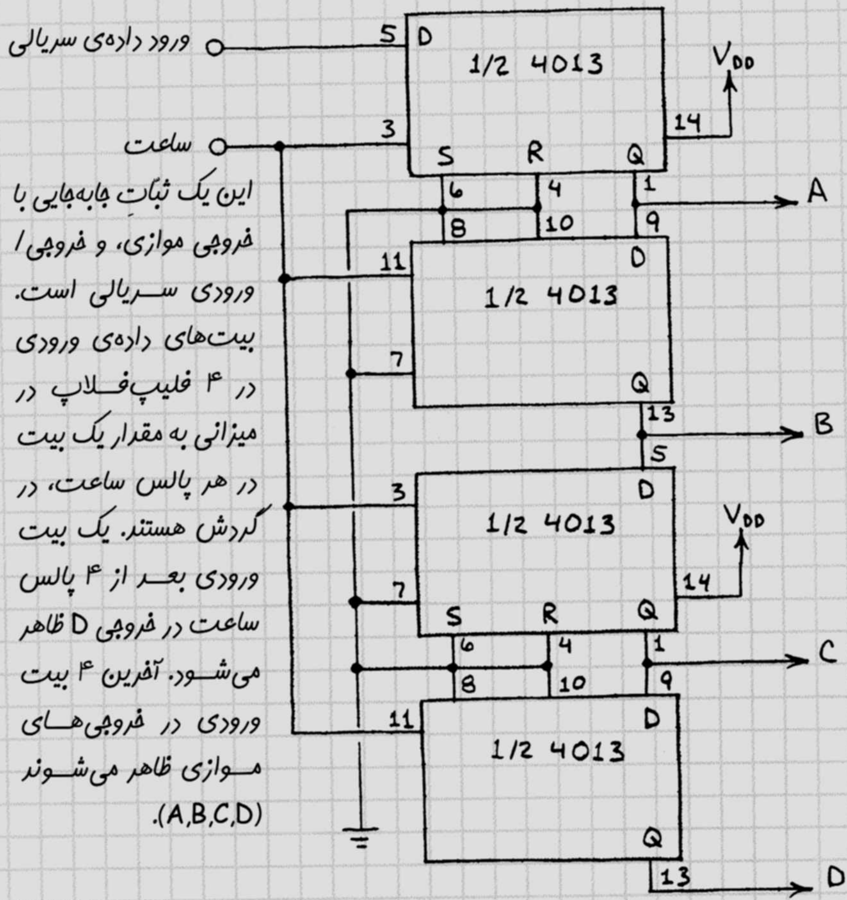
مرتب‌کننده‌ی[1] ۱-از-۴

۴ خروجی این مدار به ترتیب بالا می‌روند؛ تمام دیگر خروجی‌ها پایین می‌مانند. R2 میزان ترتیب‌دهندگی را کنترل می‌کند. برای تأخیر بیشتر، C1 را به 47µF افزایش دهید. خروجی‌ها می‌توانند LEDها و غیره را به کار بیاندازند. شمارش‌گر دهگانه‌ی 4017 دارای عملکردی مشابه است و شامل رمزگشای ۱-از-۱۰ نیز می‌شود.



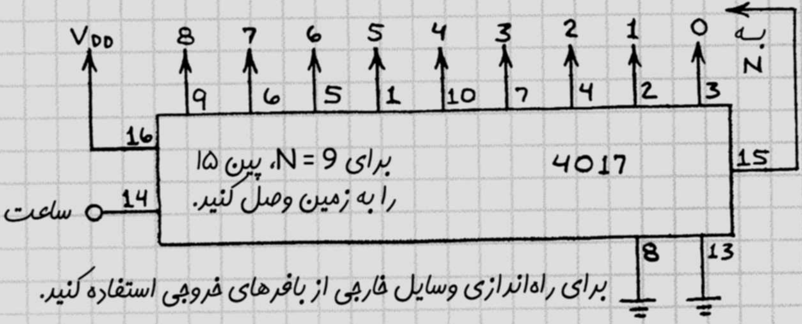
1 sequencer

ثبّات جابه‌جایی[1]



این یک ثبّاتِ جابه‌جایی با خروجی موازی، و خروجی/ ورودی سریالی است. بیت‌های داده‌ی ورودی در ۴ فلیپ‌فلاپ در میزانی به مقدار یک بیت در هر پالس ساعت، در گردش هستند. یک بیت ورودی بعد از ۴ پالس ساعت در خروجی D ظاهر می‌شود. آخرین ۴ بیت ورودی در خروجی‌های موازی ظاهر می‌شوند (A,B,C,D).

تا N بشمار و تکرار کن



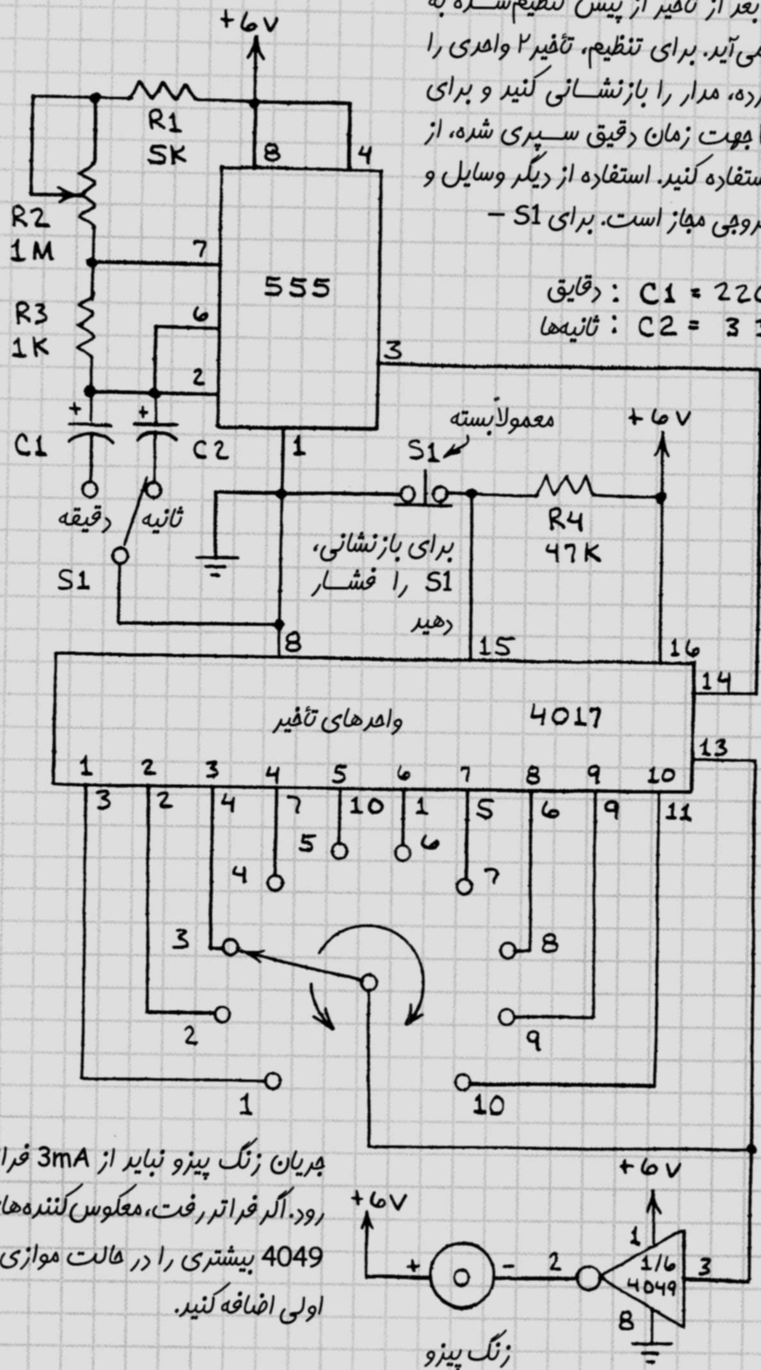
برای راه‌اندازی وسایل خارجی از بافرهای خروجی استفاده کنید.

1 Shift Register

زمان‌سنج قابل برنامه‌ریزی

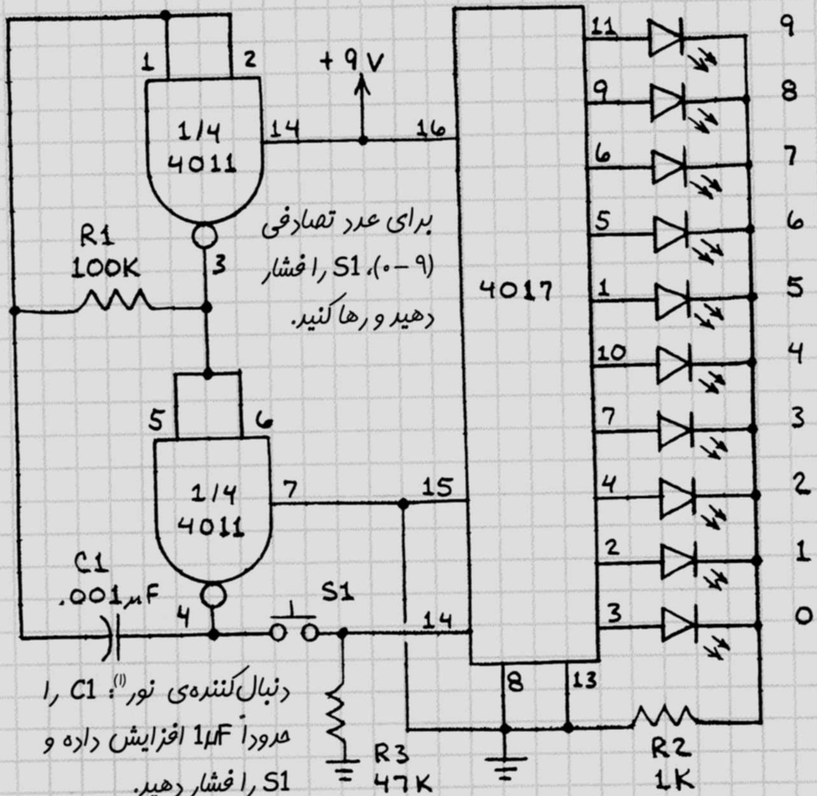
زنگ پیزو بعد از تأخیر از پیش تنظیم‌شده به صدا در می‌آید. برای تنظیم، تأخیر ۲ واحدی را انتخاب کرده، مدار را بازنشانی کنید و برای تنظیم R2 جهت زمان دقیق سپری شده، از ساعت استفاده کنید. استفاده از دیگر وسایل و قطعات خروجی مجاز است. برای S1 –

دقایق : C1 = 220 μF
ثانیه‌ها : C2 = 33 μF

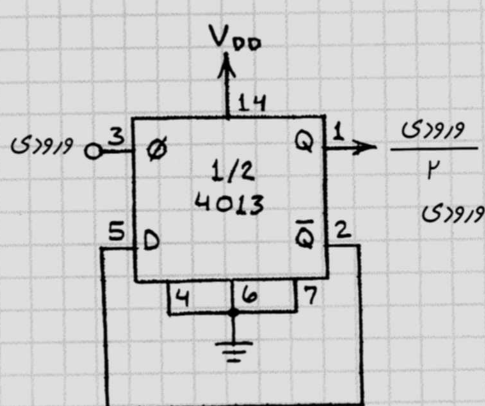


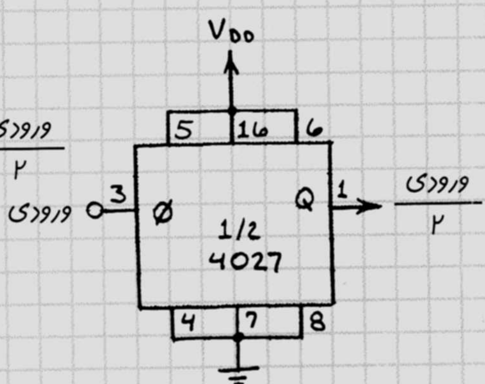
جریان زنگ پیزو نباید از 3mA فراتر رود. اگر فراتر رفت، معکوس‌کننده‌های 4049 بیشتری را در حالت موازی با اولی اضافه کنید.

مولّد عدد تصادفی



شمارش‌گرهای تقسیم‌کننده بر ۲



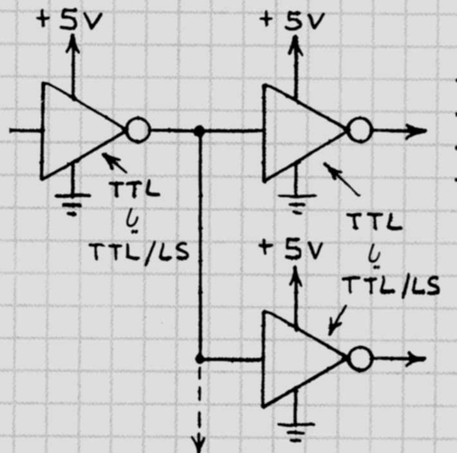


1 Light Chaser

میاناسازی خانواده منطقی

این رهنمودها، به‌هم وصل‌شدن مدارهای منطقی CMOS و TTL را میسر می‌کنند.

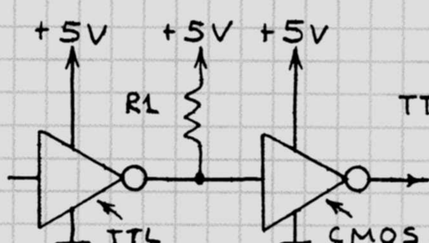
TTL به TTL



TTL ⟶ 10 TTL
TTL ⟶ 20 TTL/LS
TTL/LS ⟶ 5 TTL
TTL/LS ⟶ 10 TTL/LS

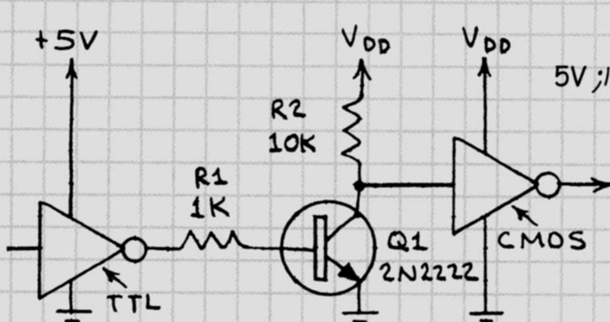
از سیم‌های رابط بلند برای اتصال‌های درونی استفاده نکنید. برای جداسازی نویز منبع تغذیه، از خازن‌های کوتاه‌گذر استفاده کنید.

CMOS به TTL



TTL : R1 = 470Ω - 4.7K
TTL/LS : R1 = 1K - 10K

توجه کنید که ولتاژهای تغذیه، همه برابر با 5V هستند.

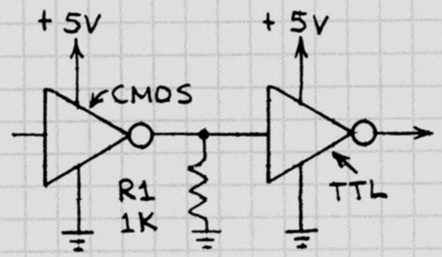


V_{DD} ممکن است از 5V فراتر رود.

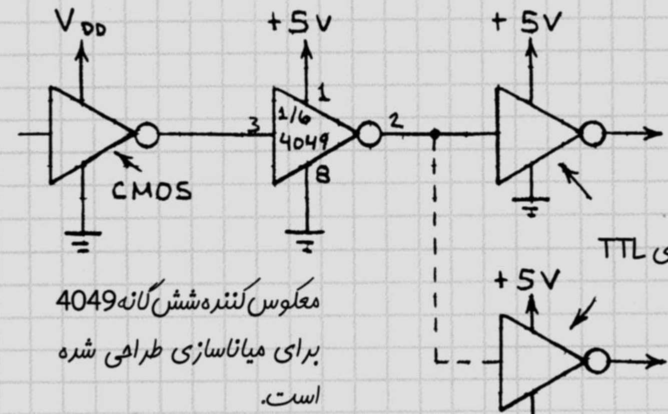
CMOS به CMOS

یک خروجی گیت CMOS می تواند تا ۵۰ ورودی CMOS را به‌کار اندازد. از اتصالات درونی بلند اجتناب کرده و <u>تمام</u> ورودی‌های به‌کار نرفته را به V_{DD} یا زمین وصل کنید.

CMOS به TTL

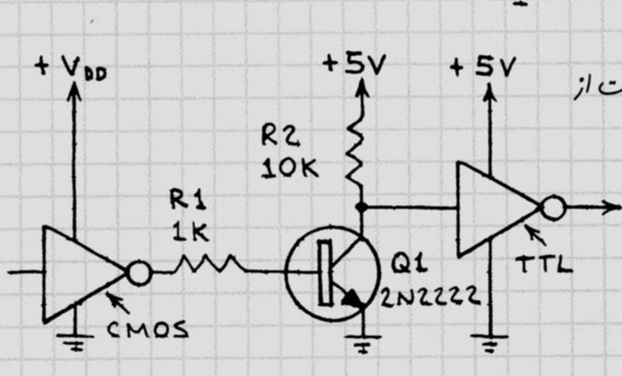


در صورت امکان، با یک میل‌آزمون منطقی، میاناهای (واسط‌های) منطقی را امتحان کنید تا مطمئن شوید که مطابق انتظار عمل می‌کنند.



تا ۲ تراشه‌ی TTL

معکوس‌کننده‌شش‌گانه 4049 برای میاناسازی طراحی شده است.



V_{DD} ممکن است از 5V فراتر رود.

عیب‌یابی منطقی دیجیتال

گاهی ممکن است که یک مدار منطقی دیجیتال از عمل باز بماند یا به درستی عمل نکند. مراحل عیب‌یابی که در اینجا آورده شده‌اند، شناسایی سرمنشا بیشتر مشکلات را ممکن خواهند ساخت. یک میل‌آزمون منطقی هنگام آزمایش یک مدار منطقی بسیار مفید است. از یک نمونه تجاری استفاده کنید یا مدل دلخواه خودتان را بسازید.

۱. برق مدار را قطع کنید.

۲. تمام اتصالات سیم‌کشی را بررسی کنید.

۳. آیا پینِ تراشه‌ای خم شده یا به طور کامل در تخته مدار یا مادگی مربوطه وارد نشده است؟

۴. آیا تمام اتصالات لحیمی سالم هستند؟

۵. آیا تمام ورودی‌ها به مقصدي می‌رسند؟ حتی ورودی‌های به‌کار نرفته‌ی گیت‌های CMOS باید به زمین یا V_{DD} بروند.

۶. آیا مدار از تمام الزمات عملیاتی (ولتاژ تغذیه و غیره) پیروی می کند؟

۷. آیا مدار شامل خازن‌های جداسازی، نزدیک و اطراف پین‌های همه‌ی تراشه‌ها می‌شود؟

۸. آیا ورودی‌ها و خروجی‌های تمام تراشه های‌منطقی به‌درستی میاناسازی شده‌اند؟

اگر این مراحل منشا مشکل را مشخص نکردند، یک یا چندتا از تراشه های منطقی ممکن است معیوب باشند. به خاطر داشته باشید که تراشه های CMOS به خصوص در برابر الکتریسیته‌ی ساکن و بارگذاری خروجی و ورودی نامناسب آسیب‌پذیر هستند.

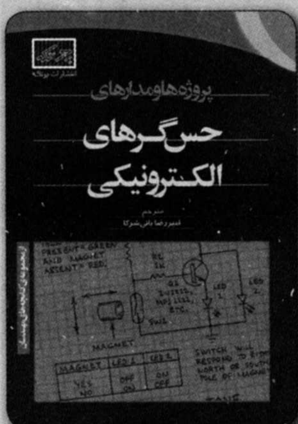
در آخر اطمینان حاصل کنید که منبع تغذیه، به‌درستی کار می‌کند و از عهده‌ی تأمین جریان کافی برای مداری که برای آن توان تأمین می‌کند، بر می‌آید.

از همین مجموعه



این پروژه‌ها را بسازید:

مولد جلوه‌های صوتی
تکانه‌ی طنین
مولد صدای جیرجیر
نوسان‌گر گیت‌دار
مولد پالس
بسامدسنج
چشمک‌زن LED
تقویت‌کننده‌ی صوتی
صداسنج
ترکیب‌کننده‌ی ضربه‌ای
فوتوفون (تلفن نوری)
مدارهای حساس به نور
و بسیاری موارد دیگر



پروژه‌هایی بسازید که موارد زیر را شناسایی می‌کنند:

باد
تکان یا کج‌شدگی
فشار
جهت
حرارت
لرزش
حرکت
کِشش
نور
میدان‌های مغناطیسی

از حس‌گرها برای انجام کارهای زیر استفاده کنید:

به کاراندازی رله‌ها
پرکردن باتری‌ها
اندازه‌گیری نور
کنترل کردن یک طنین
نظارت بر رایانه‌ی شخصی‌تان

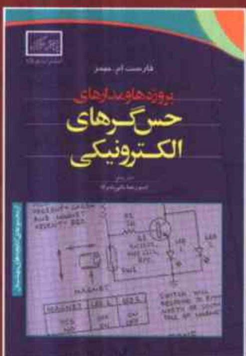
مراکز پخش:

۱ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۲۴۳، کتابفروشی هنر ـ تلفن: ۶۶۴۹۲۲۴۲

۲ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، ساختمان جیبی، پلاک ۱۴۶۲، کتابفروشی عصر دانش ـ تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱

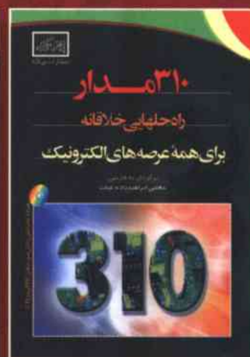
۴۰۰۰ تومان

Electronic Formulas, Symbols & Circuits

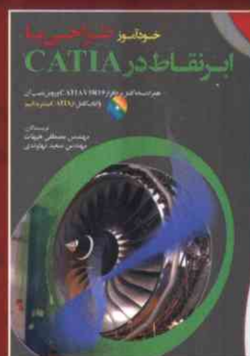












9 789646 463431

مراکز پخش:

۱ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، کتابفروشی هنر ـ تلفن: ۶۶۴۹۲۲۴۲

۲ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، ساختمان جیبی، پلاک ۱۳۳۲، کتابفروشی عصر دانش ـ تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱